# Ueber die Bedeutung

der

# Amidsubstanzen

für

# die thierische Ernährung.

---

## Inaugural-Dissertation

zur

**Erlangung der Doctorwürde**

der

hohen philosophischen Facultät

der

Universität Erlangen

vorgelegt von

**Paul Bahlmann**
aus Berlin.

ACAD.
LUGD.BAT.
BIBL.

---

Münster.
E. C. Brunn's Buchdruckerei (Joh. Bredt).
1885.

Das rege Interesse, welches augenblicklich Chemiker und Aerzte an dem Vorkommen und Verhalten der Amide und Amidosäuren im Thier- und Pflanzenkörper bekunden, hat in letzter Zeit Veranlassung zu zahlreichen Arbeiten über diesen Gegenstand gegeben. Auf Veranlassung des Herrn Professor Dr. Zuntz und unter dessen und Herrn Dr. C. Lehmann's Leitung führte auch ich in den Jahren 1881 und 1882 einige Versuche über die Bedeutung der Amidsubstanzen für die thierische Ernährung in dem thierphysiologischen Laboratorium der Königl. landwirthschaftlichen Hochschule zu Berlin aus. Indem ich den genannten Herren auch an dieser Stelle meinen innigsten Dank für die durch Wort und That mir erwiesene Förderung ausspreche, glaube ich der Darlegung der Versuche selbst eine kurze Zusammenstellung der bisher erschienenen einschlägigen Arbeiten und der daraus gewonnenen Resultate vorausschicken zu sollen.

Bereits 1832 fand Chevreul[1]) das Kreatin im Muskelfleisch und 1847 Liebig[2]) Kreatinin und Sarkosin[3]) als weitere Bestandtheile der Fleischbrühe. 1850 berichtet Scherer[4]) über das Auffinden eines Körpers in der Fleischflüssigkeit, für den er den Namen Hypoxanthin vorschlägt und den er[5])

---

[1]) Schweigger's Journal Bd. 65 (1832), p. 455.

[2]) Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 62 (1847), p. 257.

[3]) Die Litteraturangabe über spätere Funde der genannten Amide findet man in Hoppe-Seyler's physiol. Chemie. Berlin 1881, Bd. 4.

[4]) Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 73 (1850), p. 322.

[5]) ib. Bd. 107 (1858), p. 314.

später als identisch mit dem 1857 von Strecker[1]) gefundenen Sarkin erklärt, 1856 endlich konstatirt Cloetta[2]) im thierischen Körper Taurin [Verdeil's[3]) Lungensäure] und Cystin, sowie Gobley in der Galle[4]) das von ihm bereits früher in Karpfeneiern[5]) und Karpfenmilch[6]) vorgefundene Lecithin, welches das später Liebreich[7]) auch im Gehirn und Hermann[8]) und Hoppe-Seyler[9]) im Blut nachweist. Ob auch Leucin und Tyrosin Produkte des normalen Stoffwechsels sind, ist eine noch offene Frage; als solche des abnormen Stoffwandels (bei gewissen Leberkrankheiten[10]) fanden sie Frerichs und Städeler[11]) bereits 1855 in bedeutender Menge. Entgegen ihrer späteren Mittheilung[12]), dass sich Tyrosin und Leucin stets im Pancreas von Menschen und Thieren befände, konnte Kühne[13]) in 0,5 Liter dickflüssigen, frisch secereirten Pankreas-

---

[1]) Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 102 (1857), p. 204. — Sarkin, Leucin und zweifelhafte Spuren von Xanthin fand Philipp Schreiner (Sitzungsber. der phys.-med. Societät zu Erlangen, Heft III) 1871 in Maikäfern. — Hypoxanthin kommt nach Kossel (Zeitschr. für physiol. Chem. V., 1881, pag. 267) im Thierkörper in weit grösserer Menge vor, als man bisher annahm.

[2]) Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 99 (1856), p. 295 u. 299.

[3]) Compt. rend. XXXIII (1851), p. 604.

[4]) Liebig und Kopp, Jahresber. über die Fortschr. der Chemie, Physik, Mineral. und Geologie 1856, p. 711. Bestätigt von Strecker, Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 123 (1862), p. 359.

[5]) Liebig und Kopp, Jahresber 1850, p. 558.

[6]) ib. 1851, p. 598. Miescher (Ber. d. dtsch. chem. Ges. VII, 1877, p. 376) findet Lecithin in den Samenfäden des Rheinlachses.

[7]) Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 134 (1865), p. 29.

[8]) Liebig u. Kopp, Jahresber. 1866, p. 743.

[9]) Medic.-chem. Untersuchungen. Berlin, Heft I—III (1866—68), p. 146, 218 u. 391. Vergl. auch Jüdell, ibid. p. 386.

[10]) cf. R. Fleischer, Ueber Leucin im Auswurf eines an Lungengangraen leidenden Kranken (Sitzungsber. der phys.-med. Societät zu Erlangen, Heft XI, 1879, p. 75).

[11]) Mitth. d. naturf. Ges. in Zürich III (1853-56), p. 445.

[12]) ibid. IV (1856), p. 80.

[13]) Verhandl. des naturhist.-med. Vereins zu Heidelberg N. F. I 1877), p. 235. — Vergl. auch Virchow's Archiv f. path. Anat. u. Phys.

saftes Tyrosin gar nicht und Leucin nur in eben microscopisch nachweisbarer Menge finden; Radziejewski[1]) will Tyrosin ebenfalls nur bei verschiedenen pathologischen Zuständen, Leucin freilich sehr verbreitet in vielen Körpertheilen gefunden haben. Mehrfach im thierischen Organismus constatirt ist dagegen das Guanin,[2]) während Glycocoll, dessen Vorkommen gebunden an Cholalsäure als Glycocholsäure und gebunden an Benzoesäure als Hippursäure längst bekannt ist, bis jetzt nur Chittenden[3]) in den Muskeln von Pecten irradiens nachgewiesen hat. Das von Weidel[4]) aus amerikanischem Fleischextracte gewonnene Carnin, auf welchem seiner Vermuthung nach die Wirkung des Fleischextractes als Genussmittel beruhen dürfte, ist im Organismus noch gar nicht, das zuerst von Vauquelin[5]) bemerkte Allantoin nur im menschlichen Fruchtwasser nachgewiesen worden.

Dass aber auch in den Pflanzen die Amide und Amidosäuren sehr verbreitet, ja verhältnissmässig noch viel verbreiteter als im Thierkörper sind, haben uns erst die zahlreichen im letzten Jahrzehnt von Schulze, Urich, Märcker, Barbieri, Sachsse, Kellner u. A. ausgeführten Untersuchungen gelehrt. Bis dahin glaubte man allgemein, dass der in den Pflanzen vorhandene Stickstoff fast nur an Proteinkörper gebunden sei; selbst in den neuesten Tabellen über den Nährstoffgehalt der Futtermittel ist deren Eiweiss noch durch Multiplication des Gesammtstickstoffs mit 6,25 berechnet, trotzdem z. B. nach

---

u. klin. Med. 39 (1867), p. 151 u. Archiv der Heilkunde XVIII (1877), p. 515.

[1]) Virchow's Archiv 36 (1866), p. 1.

[2]) Eine Zusammenstellung der diesbezüglichen Litteratur geben Ewald u. Krukenberg in „Unters. aus d. physiol. Inst. der Univ. Heidelberg Bd. IV, Heft 3 (1882), p. 262." Von denselben Autoren (Zeitschr. f. Biologie XIX, p. 154) und von Kossel (Zeitschr. f. phys. Chem. VIII, p. 404) rühren die neuesten Arbeiten über das Vorkommen des Guanin her.

[3]) Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 178 (1875), p. 266.

[4]) ib. Bd. 158 (1871), p. 353.

[5]) Annal. de chim. T. 33 (1800), p. 269.

Schulze und Urich bei Kartoffeln[1]) nur 56,2% des Gesammtstickstoffs auf Eiweiss, also 43,8% auf nicht eiweissartige Körper, bei Rüben[2]) sogar nur 21,6—38,9% des Gesammtstickstoffs auf Eiweisssubstanzen und 34,0—45,7% auf Amide fielen[3]).

Bis jetzt sind in den Phanerogamen[4]) gefunden worden: Asparagin zuerst 1805 von Vauquelin und Robinquet[5]) im Spargel (Asparagus officinalis L.), seitdem in allen

---

[1]) Landw. Vers.-Stat. XXI (1878), p. 86.

[2]) ibid. XVIII (1875), p. 320 und XX (1877), p. 193.

[3]) Erwähnt sei hier auch die im Chem. Centr.-Blatt XV (1884), p. 222 citirte Arbeit von Kinch. Derselbe stellte fest, dass die Nichteiweisskörper, welche im frischen Grase ca. 9% der gesammten Stickstoffverbindungen betrugen, auf 55% angewachsen waren, nachdem das Gras vom 17. Juli bis 8. December 1883 in einem Silo aufbewahrt war. Es hatte sich also während der Gährung etwa die Hälfte der Eiweisskörper umgewandelt. Dass die Vegetabilien beim Einsäuern reicher an Amiden werden, beobachteten auch B. Schulze (Journal für Landw. XXXII, 1884, pag. 349) und Ad. Mayer (ibid. pag. 380).

[4]) In niederen Pilzen ist bis jetzt analog den Befunden im Thierkörper weder Asparagin noch Glutamin nachgewiesen. Wohl aber sind gefunden Leucin und Tyrosin, sowie die Xanthinkörper (Guanin, Sarkin, Xanthin) in der Hefe von Schützenberger (Bulletin de la Soc. chim. de Paris XXI, 1874, p. 204; cf. Ber. d. dtsch. chem. Ges. VII, 1874, p. 192) und in Aethalium septicum von Reinke u Rodewald. Ausserdem fanden in der Hefe Lecithin: Hoppe-Seyler (Med.-chem. Unters. I, p. 142 und 500; Zeitschr. f. phys. Chem. II, p. 427 und III, p. 378) und Carnin: Schützenberger (loc. cit.). — Das Vorkommen des Guanin in der Hefe bestätigt Kossel in d. Zeitschr. f. phys. Chem. VI (1882), p. 431.

[5]) Annal de chim. T. 57 (1806), p. 88 Eine Aufzählung der Pflanzen, in denen Asparagin gefunden ist, findet man in „Husemann u. Hilger, Die Pflanzenstoffe in chem., physiol, pharmakol. u. toxikol. Hinsicht. Berlin I (1882), p. 264“, Litteraturangaben in „Gmelin's Handb. der Chemie V, p. 359 u. Suppl. p. 898, sowie in den Landw. Jahrb. VI (1877), p. 165“. — Einen ausführlichen Bericht „Ueber die physiol. Rolle und die Verbreitung des Asparagins im Pflanzenreiche“ giebt Borodin in der Bot. Zeitung, Jahrg. 36 (1878), p. 800 u. 816; cf. Biedermann's Centr.-Blatt f. Agriculturchem. VIII (1879), p. 357. — Vergl. auch Weyl, die Bedeutung des Asparagins für Pflanze und Thier: Biolog. Centralblatt II (1882/3), p. 277.

grünen, hauptsächlich aber keimenden und jungen Pflanzen, in beträchtlicher Menge besonders in den Keimlingen der Leguminosen [Lupinen,[1]) Wicken, Erbsen, Bohnen, Linsen, Luzerne, Rothhlee, Esparsette], im Wiesengras, Heu, Futtergetreide, in Kartoffeln und Rüben.

Glutamin resp. Glutaminsäure von Schulze und Urich[2]) in Runkelrüben, von Schulze und Barbieri[3]) in Kürbiskeimlingen und von v. Gorup-Besanez[4]) in Wickenkeimen.

Leucin von v. Gorup-Besanez[5]) u. Cossa[6]) in Wicken- und von Schulze und Barbieri in Kürbis-[7]) u. Lupinenkeimlingen,[8]) Kartoffelknollen[9]) und Kastanienknospen[10]).

Tyrosin von Schulze u. Barbieri in Kürbis-[11]) und Lupinenkeimlingen[12]) und Kartoffeln.[13])

---

[1]) Nach Schulze u. Umlauft (Landw. Jahrb V, 1876, p. 849) kann der Asparagingehalt in den bei Lichtabschluss [cf. Anmerkung [3]) auf Seite 9 dieser Abhandlung] erzogenen Lupinenkeimlingen 25 % der Trockensubstanz der Keimlinge betragen.

[2]) Ber. d. dtsch. chem. Ges. X (1877), p. 85; Landw. Vers.-Stat. XVIII (1875), p. 296 u. XX (1877), p 206 u. 228.

[3]) Ber. d. dtsch. chem. Ges. X (1877), p. 199 u. XI (1878), p. 520; Landw. Jahrb. VI (1877), p. 681; Journal f. prakt. Chem. (2) XX (1879), p. 385.

[4]) Ber. d. dtsch. chem. Ges. X (1877), p. 780; Sitzungsber. d. phys. u. med. Societät zu Erlangen, Heft IX (1877), p 125.

[5]) Ber. d dtsch. chem. Ges. VII (1874), p. 146 u. 570; Sitzungsber. d. phys.-med. Societät zu Erlangen, Heft VI (1874), p. 99 u. 126.

[6]) Ber. d. dtsch. chem. Ges. VIII (1875), p. 1357.

[7]) ib. XI (1878), p. 1233.

[8]) ib. XII (1879), p. 1924.

[9]) ib. XII (1879), p. 1924; Landw. Vers.-Stat. XXIV (1880), p. 167 und XXVII (1882), p. 364 (Schulze u. Eugster).

[10]) Ber. d. dtsch. chem. Ges. XV (1882), p. 955.

[11]) ib. XI (1878), p. 710 u. 1233.

[12]) ib. XII (1879), p. 1924.

[13]) Landw. Vers.-Stat. XXIV (1880), p. 167.

Xanthin und Hypoxanthin von Salomon[1]) und Kossel[2]) in Pflanzensamen, von Baginski[3]) im Thee und Theeextract, Hypoxanthin von Schulze[4]) auch im Kartoffelsaft.

Betain von Scheibler[5]) und Schulze u. Urich[6]) in Runkelrüben, von Ritthausen u. Weger[7]) in Pressrückständen der Baumwollsamen.

Lecithin von Hoppe-Seyler[8]) in Maiskörnern und von Schulze und Barbieri[9]) in den Axenorganen der Lupinenkeimlinge.

Allantoin von Schulze u. Barbieri[10]) in sich entwickelnden Sprossen von Platanus orientalis.

Phenylamidopropionsäure von Schulze u. Barbieri in Lupinenkeimlingen[11]) und Kürbissamen.[12])

Auch über die Entstehung und physiologische Bedeutung der Amidkörper in den Pflanzen sind wir nach den trefflichen Arbeiten von Pfeffer[13]) und Schulze[14]) nicht mehr im Un-

---

[1]) Archiv f. (Anat. u.) Physiol. 1881, p. 166 (u. 361).

[2]) Zeitschr. f. phys Chem. V (1881), p. 152.

[3]) Verhandl. der phys. Ges. zu Berlin Jahrg. 1883/4, Sitz. XV; Arch. f. (Anat. u.) Phys. 1884, p. 456.

[4]) Ber. d. dtsch. chem. Ges. XV (1882), p. 2383; Landw. Vers.-Stat. XXVIII (1883), p. 111.

[5]) Zeitschr. f. phys. Chem. V (1881), p. 152.

[6]) Journal f. prakt. Chem. (2) XXVII (1883), p. 358.

[7]) ib. XXX (1884), p. 32; Chem. Centr. Blatt 1884, p. 770.

[8]) Hoppe-Seyler, Med.-chem. Untersuchungen. Berlin 1866. I, p. 162.

[9]) Journal f. prakt. Chem. (2) XXVII (1883), p. 358.

[10]) ib. XXV (1882), p. 145; Ber. d. dtsch. chem. Ges. XIV (1881), p. 1602 und XV (1882), p. 955; Landw. Vers.-Stat. XXVII (1882) p. 313.

[11]) Ber. d. dtsch. chem. Ges. XIV (1881), p. 1785.

[12]) ib. XVI (1883), p. 1711.

[13]) Jahrb. f. wiss. Bot. VIII (1872), p. 548; Landw. Jahrb. V (1876), p. 87; Pfeffer, Pflanzenphysiologie. Leipzig, 1881, p. 298.

[14]) Landw. Jahrb. V (1876), p. 821: Schulze, Umlauft und Urich; Landw. Jahrb. VII (1878), p. 411: Schulze; Landw. Jahrb. IX (1880), p. 689: Schulze; Landw. Vers.-Stat. XX (1877), p. 214: Schulze und Urich.

klaren.[1]) Da man in den untersuchten Pflanzensamen nur sehr geringe Mengen nicht eiweissartiger Stickstoffverbindungen, das sonst so verbreitete Asparagin sogar nur im Mandelsamen gefunden hat, so lässt sich der Reichthum der keimenden und im Wachsthum begriffenen Pflanzen, sowie die mit dem Fortschreiten der Reife sich steigernde Abnahme derartiger Körper bei entsprechender Eiweisszunahme nur dadurch erklären, dass die Amidsubstanzen erst während der Keimung durch einen Zerfall der Eiweisskörper entstehen und später wieder zu Eiweiss regenerirt werden. Hiermit stimmt auch die von den genannten Forschern festgestellte Thatsache überein, dass eine Ansammlung von Amiden, speciell von Asparagin nur stattfindet, wenn bestimmte stickstofffreie Substanzen [nach Detmer[2]): Glycose] fehlen und deren Bildung wegen Mangels an Licht[3]) oder atmosphärischer Kohlensäure verhindert ist.

Weit weniger orientirt sind wir trotz der grösseren Anzahl der uns vorliegenden und nachstehend angeführten Versuche über das Verhalten der Amide im Thierkörper.

Hinsichtlich des Guanin stellte Kerner[4]) 1857 fest, dass bei reichlicher Gabe desselben an ein Kaninchen die Harnstoffausscheidung vermehrt und unzersetztes Guanin nur in den Faeces wiedergefunden wurde.

Leucin und Glycocoll werden nach Schultzen und Nencki[5]) im Organismus des Hundes vollständig in Harnstoff verwandelt. Nachdem jedoch Salkowski nach Gaben von

---

[1]) Vergl. Sachsse, die Chemie u. Physiol. der Farbstoffe etc. Leipzig 1877, p. 249–256. Ebermayer, Physiol. Chemie der Pflanzen I. Berlin 1882, p. 667.

[2]) Detmer, Lehrb. der Pflanzenphysiologie. Breslau 1883, p. 167 und dessen Vergleichende Physiologie des Keimungsprozesses der Samen. Jena 1880, p. 194.

[3]) An und für sich sind Beleuchtung und Verfinsterung für die Bildung des Asparagins indifferent. (Pfeffer, loc. cit.)

[4]) Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 103 (1857), p. 260.

[5]) Zeitschr. f. Biologie VIII (1872), p. 214.

Taurin und Amidobenzoesäure das Auftreten der Uramidosäure im Harn constatirt hatte, könnte man gegen diese Resultate, welche mittelst der Bunsen'schen Methode (bei welcher die Uramidosäuren ebenfalls Kohlensäure entwickeln) gewonnen waren, allenfalls Bedenken erheben. Es haben jedoch auch die von Salkowski[1]) unter Berücksichtigung dieses Umstande sausgeführten Versuche ergeben, dass das Glycocoll in der That — allerdings nur zum grössten Theil — beim Hunde und Kaninchen in Harnstoff übergeht, ein kleiner Theil dagegen unverändert ausgeschieden wird.

Von verabreichtem Tyrosin konnten Schultzen u. Nencki (loc. cit.) einen geringen Theil noch unzersetzt im Harn und in den Faeces nachweisen, während der grössere zersetzte Theil wahrscheinlich (!) als Harnstoff ausgeschieden wurde. Küssner[2]) fand bei seinen Versuchen mit Hunden ebenfalls das Tyrosin (und Milchsäure?) im Harn wieder, beobachtete aber weder eine vermehrte Harnstoffausscheidung, noch Phenol, während Jaffé[3]) das Hunden verabreichte Tyrosin (5—10g pro die) vollständig resorbirt und umgewandelt fand. Auch Brieger[4]) konnte nach grossen Gaben Tyrosin (10—20g pro die) beim Menschen weder in den flüssigen noch in den festen Excrementen jemals Tyrosin nachweisen, fand auch im Harn keine etwa sonst fehlende Substanz, wohl aber eine vermehrte Ausscheidung von Phenol. Uebereinstimmend mit Brieger constatirte Blendermann[5]) nach Tyrosinzufuhr eine Steigerung der Phenolausscheidung im Harn von Menschen und Kaninchen, übereinstimmend mit Küssner die Abwesenheit von

---

[1]) Zeitschr. f. phys. Chem. IV (1880), p. 119; Archiv f. (Anat. u.) Physiol. 1880, p. 157.

[2]) Küssner, Zur Lehre von den Vorstufen des Harnstoffs. Inaug Diss. Königsberg 1874; cf. Maly's Jahresber. über Thierchemie IV (1874), p. 225.

[3]) Jaffé theilt seine 1880 ausgeführten Versuche mit: Zeitschr. f. phys. Chemie VII (1882/3), p. 309.

[4]) Zeitschr. f. phys. Chemie II (1878/9), p. 256.

[5]) ib. VI (1882), p. 234.

Phenol im Hundeharn. Ausserdem aber fand Blendermann bei seinen Versuchen im Harn von Hunden und Kaninchen eine Vermehrung der zuerst von Baumann[1]) im normalen Harn von Menschen und Säugethieren gefundenen Oxysäuren, der Hydroparacumarsäure (Oxyphenylpropionsäure) und Paroxyphenylessigsäure.[2]) Ihre Entstehung bei der Zersetzung des Tyrosins veranschaulicht Baumann[3]) folgendermassen:

$$\underset{\text{Tyrosin}}{C_9H_{11}NO_3} + H_2 = \underset{\text{Hydroparacumarsäure}}{C_9H_{10}O_3} + NH_3$$

$$\underset{\text{Hydroparacumars.}}{C_9H_{10}O_3} = \underset{\text{Paräthylphenol}}{C_8H_{10}O} + CO_2$$

$$\underset{\text{Paräthylphenol}}{C_8H_{10}O} + O_3 = \underset{\text{Paroxyphenylessigsäure}}{C_8H_8O_3} + H_2O$$

$$\underset{\text{Paroxyphenylessigs.}}{C_8H_8O_3} = \underset{\text{Parakresol}}{C_7H_8O} + CO_2$$

$$\underset{\text{Parakresol}}{C_7H_8O} + O_3 = \underset{\text{Paroxybenzoesäure}}{C_7H_6O_3} + H_2O$$

$$\underset{\text{Paroxybenzoes.}}{C_7H_6O^3} = \underset{\text{Phenol}^4)}{C_6H_6O} + CO_2$$

Dass verabreichte Hydroparacumarsäure zum Theil unverändert im menschlichen Harn wieder ausgeschieden wird, zeigten Baumann[5]) und Schotten,[6]) während kurz darauf E. und H. Salkowski[7]) bei Hunden und Kaninchen keine un-

---

[1]) Ber. d. dtsch. chem. Ges. XII (1879), p. 1456 und XIII (1880), p. 279; Zeitschr. f. physiol. Chemie IV (1880), p. 309.

[2]) Ausserhalb des Organismus waren beide Säuren schon früher dargestellt und zwar zuerst die Paroxyphenylessigsäure aus gefaulter Hornsubstanz und gefaultem Eiweiss von E. u. H Salkowski (Ber. der dtsch. chem Ges. XII, 1879, p. 653 u. 1441), die Hydroparacumarsäure bei der Fäulniss reinen Tyrosins von Baumann (ibid. XII, p. 1450).

[3]) Ber. d. dtsch. chem. Ges. XII (1879), p. 1453.

[4]) Ueber die Eiweissfäulniss und die Bildung von Phenol im Darmkanal vergl. Tappeiner, Ber. d. dtsch. chem. Ges. XIV (1881), p. 2382 und Zeitschr. f. Biologie XX (1884) p. 215.

[5]) Ber. d. dtsch. chem. Ges. XIII (1880), p. 283.

[6]) Zeitschr. f. physiol. Chemie VII (1882/3), p. 23, woselbst Schotten auch die nach Fütterung mit Tyrosinschwefelsäure erfolgte Vermehrung der Phenole und Oxysäuren im Harn eines Hundes mittheilt.

[7]) ibid. VII, p. 161.

veränderte Säure, sondern nur Paroxybenzoesäure beobachten konnten, welch letztere Schotten (loc. cit.) ebenfalls — jedoch an Glycocoll gebunden — gefunden hatte. Eine unveränderte Ausscheidung des grössten Theils der eingeführten Paroxyphenylessigsäure dagegen constatirten übereinstimmend Schotten (loc. cit.) beim Menschen und E. und H. Salkowski (loc. cit.) bei Hunden und Kaninchen.[1]) Eine Abspaltung von Phenol war bei keiner der beiden Säuren von Schotten oder Salkowski (sondern nur von Baumann nach der Hydroparacumarsäure) gefunden worden. — Schotten kommt auf Grund der von ihm gewonnenen Resultate zu dem berechtigten Schluss, dass die Hydraparacumarsäure und die Paroxyphenylessigsäure „im Organismus so wenig verändert werden, dass sie unmöglich als Durchgangsproducte der normalen Zersetzung des Tyrosins angesehen werden können, dass also die geringen Mengen der Säuren, welche sich im normalen Harn und nach Tyrosingenuss vorfinden, ihre Entstehung aus dem Tyrosin einem Fäulnissprozess verdanken müssen.“ Um so beachtenswerther ist das Blendermann (loc. cit.) gelungene Auffinden von Tyrosinhydantoin ($C_{10}\,H_{10}\,N_2\,O_3$) neben Oxyhydroparacumarsäure ($C_9\,H_{10}\,O_4$) im Harn eines mit Tyrosin gefütterten Kaninchens, wenn auch im Harn zweier anderen Thiere Tyrosinhydantoin ganz fehlte resp. nur in zweifelhaften Spuren vorhanden war. Weitere Fütterungsversuche zur Entscheidung der Frage, ob und bei welchen Thierklassen nach Darreichung von Tyrosin die Uramidosäure resp. deren Anhydrid im Harn auftritt, beabsichtigt Jaffé sobald als möglich anzustellen. Ein unverändertes Ausscheiden des Tyrosins nämlich ist bereits nach den vorliegenden Beobachtungen sowohl im normalen als in dem nach Tyrosingaben erhaltenen Harn völlig ausgeschlossen.[2])

[1]) Wohl aber wird nach Schotten (Zeitschr. f. physiol. Chemie VIII, p. 63) die an Hunde verfütterte Amidophenylpropionsäure fast vollständig verbrannt und ein ganz erheblicher Theil der Hunden gereichten Amidophenylessigsäure in Mandelsäure verwandelt.

[2]) Auch das wiederholt, in neuerer Zeit besonders von Anderson

Bei einer Wiederholung seiner Versuche an Hunden mit Methylglycocoll oder Sarkosin fand Schultzen[1]) dessen Uebergang in Methylhydantoinsäure ($C_4 H_8 N_2 O_3$), während nach Baumann und v. Mering[2]) bei Menschen und Hunden und nach Schiffer[3]) bei Menschen, Hunden und Kaninchen die bei weitem grösste Menge des Sarkosins unverändert wieder ausgeschieden wird. Nur ein geringer Theil, etwa $^1/_5$—$^1/_6$ des Sarkosins wird nach Schiffer „in die entsprechende Uramidosäure (Methylhydantoinsäure) oder vielmehr deren Anhydrid (Methylhydantoin) umgewandelt und ein, wie es scheint, minimaler Bruchtheil wird zu Methylharnstoff oxydirt.“ Demungeachtet hält Salkowski[4]) seine aus früheren Versuchen[5]) resultirende Behauptung „Im Organismus des Kaninchens geht das Sarkosin zum grossen, vielleicht grössten Theil in Harnstoff über; beim Hunde ist die Bildung von Harnstoff viel geringer, aber nachweisbar“ aufrecht. Jedenfalls ergeben die letztgenannten Versuche, dass — entgegen dem Schultzen'schen Befunde — die Bildung der Methylhydantoinsäure höchstens eine geringe sein kann.

Abweichend von diesem Verhalten des Sarkosins fand E. Salkowski, dass nach Eingabe von Taurin[6]) beim Menschen ein grosser, beim Hunde ein kleiner Theil in Taurocarbaminsäure oder Amidoisäthionsäure ($C_3 H_8 N_2 O_4 S$) um-

(Brit. med. journ. 1880. II, p 381) behauptete Vorkommen von Tyrosin (und Leucin) im Harn bei vielen Krankheiten bedarf nach den gegentheiligen Angaben von Hoppe-Seyler (dessen Physiologische Chemie Berlin 1881, p. 874), Blendermann (loc. cit.) und Schotten (loc. cit.) noch sehr der Bestätigung.

[1]) Ber. d. dtsch. chem. Ges. V (1872), p. 578.

[2]) ibid. VIII (1875), p. 584.

[3]) Zeitschr. f. physiol. Chemie V (1881), p. 266 und VII (1882/3), p. 486.

[4]) ibid. VII (1882/3), p. 109 und VIII (1883/4), p. 149.

[5]) ibid. IV (1880), p. 56 u. 100; Archiv f. (Annat. und) Physiol. 1880, p. 157.

[6]) Ber. d. dtsch. chem. Ges. V (1872), p. 637 u VI (1873), p. 744; Virchow's Archiv Bd. 58 (1873), p. 11 u. 460.

gewandelt wird und dass die Amidobenzoesäure[1]) im Organismus des Menschen, Hundes und Kaninchens bis zu 20% in Uramidobenzoesäure übergeht.

Kreatin fütterten an Hunde Munk[2]) und Voit.[3]) Ersterer fand im Harne eine Vermehrung des Kreatinins und Harnstoffs, Letzterer die gesammte Kreatinmenge unverändert oder als Kreatinin ausgeschieden. Schiffer[4]) erklärt die Voit'schen Resultate als von Verabreichung zu grosser Kreatingaben herrührend; er selbst fand nach Kreatin im Hundeharn bei Milchnahrung geringe, bei Fleischnahrung grössere Mengen Methylamin, im Kaninchenharn Methylharnstoff.[5])

Auch das Alanin (Amidopropionssäure, $C_3 H_7 NO_2$) geht beim Kaninchen nach E. Salkowski[6]) zum grössten Theil in Harnstoff über.

Was endlich das Verhalten des in den vegetabilischen Futtermitteln verbreitetsten Amidkörpers, des Asparagins im thierischen Organismus anbetrifft, so haben die ausführlichen Versuche von v. Knieriem[7]) ergeben, dass sich dasselbe ebenso wie die Asparaginsäure bei Hunden vollständig in Harnstoff umwandelt. Eine vollständige Zerlegung des Asparagins constatirte v. Longo[8]) — entgegen den Angaben

---

[1]) Zeitschr. f. physiol. Chemie VII (1882/3), p. 113.

[2]) Deutsche Klinik XIV (1862), p. 299. — Die Menge des täglich ausgeschiedenen Kreatinins war geringer bei rein vegetabilischer als bei animalischer Nahrung.

[3]) Sitzungsber. der Königl. bayer. Acad. der Wiss. 1867 I, p. 369; Zeitschr. f. Biologie IV (1868), p. 77.

[4]) Zeitschrift f. physiol. Chemie IV (1880), p. 237.

[5]) Ein ähnlicher Unterschied zwischen Fleisch- und Pflanzenfressern wurde von Salkowski, Schmiedeberg, Hallervorden u. A. für die Harnstoffbildung aus Salmiak festgestellt; vergl. Zeitschr. f. physiol. Chemie II (1878/9), p. 386.

[6]) Zeitschr. für physiol Chemie IV (1880), p. 125; cf. Archiv f. (Anat. u.) Physiol. 1880, p. 157.

[7]) Zeitschr. f. Biologie X (1874), p. 284.

[8]) Zeitschr. f. physiol. Chemie I (1877/8), p. 213.

von Koch[1]) und Hilger,[2]) welche nach dem Genuss von Spargeln reichlich Bernsteinsäure im menschlichen Harn beobachtet haben wollen — auch bei Menschen: er fand weder nach Spargel- noch nach Asparagingaben im Harn Bernstein- oder Asparaginsäure.[3])

Eine übersichtliche Zusammenstellung der gewonnenen Resultate giebt umstehende Tabelle, in welcher auch das von v. Knieriem[4]) und Cech[5]) beobachtete Verhalten einiger Amidsubstanzen im Organismus der Vögel berücksichtigt ist.

---

[1]) Zeitschr. f. rat. Med. ser. 3 vol. 24 (1865), p. 264.

[2]) Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 171 (1874), p 208.

[3]) In neuester Zeit hat Baginsky (Zeitschr. für physiol. Chemie VIII, p. 399 auch einen Versuch mit Hypoxanthin angestellt, vorläufig aber nur noch das Resultat gewonnen, dass dasselbe beim Verfuttern zum grössten Theil verschwindet.

[4]) Zeitschr. f. Biologie XIII (1877), p. 36.

[5]) Ber. d. dtsch. chem. Ges. X (1877), p. 146 (u. p. 1461: Meyer u. Jaffé). — Vergl. auch W. v. Schröder, Ueber die Bildung der Harnsäure im Organismus des Huhns. Inaug. Diss. Tübingen 1880.

| Nach Gaben von | Mensch | Hund |
|---|---|---|
| Alanin | — | — |
| Amidobenzoesäure | Uramidosäure (bis 20 %), etwas Amidohippursäure, unverändertes Ausscheiden des Restes (Salkowski) | |
| Asparagin | vollständige Zerlegung (v. Longo) | Harnstoff (Knieriem) |
| Asparaginsäure | — | dto. |
| Glycocoll | — | meist Harnstoff; unverändertes Ausscheiden eines kleinen Restes (Salkowski) Harnstoff (Schultzen u. Nencki) |
| Guanin | — | — |
| Kreatin | Kreatinin (Voit) | Kreatinin und Harnstoff (Munk) keine Harnstoffvermehrung, nur Kreatin oder Kreatinin (Voit) theilweise Methylamin (Schiffer) |
| Leucin | — | Harnstoff (Schultzen u. Nencki) |
| Sarkosin | meist unverändertes Ausscheiden; $^1/_5$—$^1/_6$ in Methylhydantoin, sehr wenig Methylharnstoff (Schiffer) — | Methylhydantoinsäure (Schultzen) unverändertes Ausscheiden (Baumann u. v. Mering) Harnstoff, vielleicht auch etwas Methylhydantoin, ein Theil unverändert ausgeschieden (Salkowski) |
| Taurin | grossen Theils in Taurocarbaminsäure umgewandelt (Salkowski) | ein kleiner Theil zu Taurocarbaminsäure umgewandelt (Salkowski) |
| Tyrosin | vermehrte Ausscheidung von Phenol (Brieger, Blendermann) | vollständige Umwandlung (Jaffé) Zunahme der Oxysäuren (Blendermann) |

| Kaninchen | Geflügel |
|---|---|
| zum grössten Theil in Harnstoff; ein Theil wird unverändert ausgeschieden (Salkowski) | — |
| Uramidosäure (bis 20 %), etwas Amidohippursäure, unverändertes Ausscheiden des Restes (Salkowski) | — |
| — | — |
| — | Harnsäure (Knieriem) |
| meist Harnstoff; unverändertes Ausscheiden eines kleinen Restes (Salkowski) | Harnsäure (Knieriem) |
| Harnstoff (Kerner) | — |
| zum grössten Theil Methylharnstoff (Schiffer) | — |
| — | Harnsäure (Knieriem) |
| meist unverändertes Ausscheiden; $^1/_5$—$^1/_6$ in Methylhydantoin, sehr wenig Methylharnstoff (Schiffer)<br>meist Harnstoff; ein kleiner Theil unverändert ausgeschieden (Salkowski) | Harnsäure (Salkowski) [1] |
| aus dem grössten Theil wird unterschweflige Säure und aus dieser durch Oxydation Schwefelsäure gebildet. Der Stickstoff tritt sehr wahrscheinlich als Harnstoff aus (Salkowski) | Harnsäure (?) (Cech) |
| Steigerung der Phenol- u. Oxysäuren-Ausscheidung; in einem Falle Tyrosinhydantoin u. Oxyhydroparacumarsäure (Blendermann) | — |

[1]) Zeitschr. f. physiol. Chemie IV (1880), p. 112/3.

Die sämmtlichen vorstehenden Versuche waren ausschliesslich zur Beantwortung der Frage „Welche Umwandlungen erleiden die einzelnen Amidsubstanzen im Thierkörper?“ angestellt und berücksichtigten desshalb nicht deren ev. Bedeutung als Nährstoffe. Solche können die Amidkörper aber selbst dann sein, wenn ihr gesammter Stickstoff — theils in unveränderter Form, theils als Harnstoff oder Uramidosäure — in den Excrementen wiedererschiene, wäre doch dadurch lediglich der Beweis geliefert, dass sie nicht als Fleischbildner dienen können, keineswegs aber die Möglichkeit ausgeschlossen, dass sie

1) hemmend auf den Eiweissumsatz wirken, also dem Körper Eiweis ersparen,
2) Fett vor der Zersetzung bewahren,
3) die Verdaulichkeit der in den anderen Futtermitteln vorhandenen Proteinstoffe erhöhen könnten.

Den ersten Anlauf zur Entscheidung der stofflichen Bedeutung der Amidsubstanzen für den Thierkörper machte Escher,[1]) der durch seine allerdings nicht abgeschlossenen und daher der Beweiskraft entbehrenden Versuche an Hunden und Schweinen festgestellt haben wollte, dass zwar weder Leim noch Tyrosin allein, wohl aber beide zusammen, eiweissfreier Nahrung zugefügt, das Thier auf demselben Körpergewicht halten, ja sogar eine Zunahme desselben und eine Verminderung der Harnstoffausscheidung herbeiführen können, so dass weniger Stickstoff ausgeschieden als aufgenommen wird. Erst durch die von Weiske im Verein mit Schrodt und v. Dangel[2]) ausgeführten Versuche wurde die früher herrschende Ansicht, dass den Amiden jeder Nährwerth abzusprechen sei, erschüttert. Schon nach den Resultaten der ersten Versuchsreihe

[1]) Vierteljahrsschr. der naturf. Ges. in Zürich XXI (1876), p. 36.
[2]) Zeitschr. f. Biologie XV (1879), p. 261.

| Kaninchen | bei einer Futtermischung von g | | | | | erlitt % Gewichtsverlust | starb nach Tagen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Stärke | Oel | Asche | Leim | Asparagin | | |
| I | 50 | 10 | 2 | — | — | 43 | 49 |
| II | 50 | 10 | 2 | — | 5 | 33,5 | 63 |
| III | 50 | 10 | 2 | 10 | — | 5,8 | 37 |
| IV | 50 | 10 | 2 | 5 | 5 | kl. Zunahme | [1]) |

hatte es den Anschein „als ob die Verabreichung von Asparagin (Thier II) neben einer stickstofffreien Nährstoffmischung, bei der Thier I nach 49 Tagen vollständig abgemagert verhungerte, das Leben zwar nicht auf die Dauer zu erhalten, wohl aber den Hungertod etwas hinauszuschieben vermöge.“ Auch ein zweiter an Hühnern ausgeführter Versuch schien zu Gunsten der Asparaginfütterung zu sprechen, um aber „zuverlässigere Belege für eine eventuelle Bedeutung des Asparagins beim thierischen Ernährungsprozesse zu erhalten, wurde noch eine Reihe von Fütterungsversuchen mit zwei normalen ausgewachsenen Hammeln der Merino-Southdown-Rasse angestellt.“

| Periode | pro Tag in g | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Hammel I | | | | | | | |
| | aufgenommen | | | | | | angesetzt als Fleisch oder Wolle | |
| | Heu | Stärke | Zucker | Asparagin | Leim | Erbsenschrot | N | S |
| I | 500 | 200 | 50 | — | — | — | 0,279 | 0,043 |
| II | 500 | 200 | 50 | 42 | — | — | 1,380 | 0,160 |
| III | 500 | 200 | 50 | — | 53 | — | 1,98 | 0,103 |
| IV | 500 | 115 | 15 | — | — | 200 | 1,668 | 0,205 |

[1]) Kaninchen IV wurde 72 Tage gefüttert und blieb während dieser Zeit stets munter.

| Periode | pro Tag in g | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Hammel II | | | | | | | |
| | aufgenommen | | | | | | angesetzt als Fleisch oder Wolle | |
| | Heu | Stärke | Zucker | Asparagin | Leim | Erbsenschrot | N | S |
| I | 500 | 200 | 50 | — | — | — | 0,270 | 0,015 |
| II | 500 | 80 | 20 | — | — | 250 | 2,427 | 0,146 |
| III | 500 | 200 | 50 | — | 53 | — | 0,68 | — 0,027 |
| IV | 500 | 200 | 50 | 53 | — | — | 1,948 | 0,064 |

Bei beiden Hammeln hatte hier in Folge der Asparaginbeigabe zu einem eiweissarmen Futter ein wenigstens 4mal so grosser N- und S-Ansatz stattgefunden und sich somit ergeben, „dass das Asparagin für die thierische Ernährung eine bestimmte Bedeutung hat und ebenso wie z. B. der Leim, ein Nahrungsstoff ist, der eiweissersparend zu wirken und dadurch bei eiweissarmer Fütterung Eiweissansatz herbeizuführen vermag.“

Die grosse Wichtigkeit des Gegenstandes, besonders aber auch die ungenügende Uebereinstimmung zwischen N- und S-Ansatz veranlassten Weiske[1]) zu einer Wiederholung seiner Versuche mit denselben Hammeln.

| Periode | pro Tag in g | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Hammel I | | | | | Hammel II | | | | | |
| | aufgenommen | | | | N angesetzt | aufgenommen | | | | | N angesetzt |
| | Heu | Stärke | Zucker | Bohnenschrot | | Heu | Stärke | Zucker | Asparagin | Leim | |
| I | 1000 | — | — | — | 0,93 | 1000 | — | — | — | — | 1,00 |
| II | 1000 | — | — | 250 | 3,13 | 1000 | 130 | 32 | 52,49 | — | 2,41 |
| III | 1000 | 130 | 32 | — | 1,88 | 1000 | 130 | 32 | — | 64,4 | 1,87 |

[1]) Weiske, Kennepohl und B. Schulze: Zeitschr. f. Biologie XVII (1881), p. 415.

Auch dieser Versuch ergab eine eiweissersparende Wirkung des Asparagins, gestattete aber ebensowenig wie die früheren eine genügend scharfe Beantwortung der Frage „ob das Asparagin ebenso wie das Eiweiss die durch einseitige starke Beigabe von Nfreien Substanzen (Stärke und Zucker) im Hauptfutter hervorgerufene Verdauungsdepression der Eiweissstoffe ganz oder theilweise aufzuheben vermag.“ Eine in dieser Richtung vortheilhafte Wirkung des Asparagins zeigte erst der folgende mit Hammel II ausgeführte Versuch:

| Periode | pro Tag in g | | | | | | Verdauungscoefficient des Heuproteins |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | aufgenommen | | | | angesetzt als Fleisch oder Wolle | | |
| | Heu | Stärke | Zucker | Asparagin | N | S | |
| I | 1000 | — | — | — | 1,13 | 0,30 | 63,65 |
| II | 1000 | 183 | 32 | — | 1,43 | 0,38 | 53,41 |
| III | 1000 | 130 | 32 | 52,5 | 1,14 | 0,33 | 55,25[1]) |

welcher ferner allerdings das frühere Resultat, dass Asparagin eine Vermehrung des Eiweisszerfalls nicht bewirkt, bestätigte, „ausnahmsweise“ jedoch auch keine Vermehrung des Stickstoffansatzes nach Asparaginzufuhr ergab.

Gleichzeitig mit Gänsen unternommene Fütterungsversuche, bei denen jede Gans täglich 250g Nudeln mit 4,70g (in 2 Fällen mit nur 2,35g) N erhielt,

[1]) In facto ist dieser Verdauungscoefficient sicherlich noch etwas höher, da bei seiner Berechnung der denkbar ungünstige Fall, eine vollständige Verdauung des Asparagins, angenommen ist.

| Periode | g N pro Tag | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Gans I | | | | Gans II | | | |
| | aufgenommen als | | in den Excrementen ausgeschieden | angesetzt | aufgenommen als | | in den Excrementen ausgeschieden | angesetzt |
| | Eiweiss | Asparagin | | | Eiweiss | Asparagin | | |
| I | 4,70 | — | 4,91 | — 0,21 | 4,70 | — | 5,07 | — 0,37 |
| II | 2,35 | 2,35 | 4,77 | — 0,07 | 2,35 | — | 2,52 | — 0,17 |
| III | 2,35 | — | 2,49 | — 0,14 | 2,35 | 2,35 | 4,56 | + 0,14 |

sprechen dafür, „dass das Asparagin auch bei der Ernährung der Vögel insofern eine Bedeutung hat und als Nahrungsstoff anzusehen ist, als es ebenso, wie dies früher beim Pflanzenfresser gezeigt wurde, ganz besonders bei eiweissarmer Nahrung das Eiweiss theilweise zu vertreten und dadurch Stickstoffansatz herbeizuführen im Stande ist.“ Weiter legen an Schaf und Ziege angestellte Versuche klar, „dass etwa die Hälfte des verdaulichen Eiweisses im Futter durch eine dem Stickstoffgehalte nach gleiche Menge von Aparagin ersetzt werden konnte, ohne dass sich bezüglich des Körpergewichtes und der Milchproduction bei dem Thiere eine wesentliche Veränderung bemerkbar machte“; zu einem ähnlichen Resultat gelangt auch Schrodt[1]) bei seinen Fütterungsversuchen mit Milchkühen.

Voit, welchem die ersten Versuche Weiske's bei der Abfassung seiner „Physiologie des allgemeinen Stoffwechsels und der Ernährung“[2]) bereits vorlagen, meint (pag. 402) „es

[1]) Mittheil. der land- u. milchwirthsch. Versuchsstat. in Kiel, Heft VII, 1883.

[2]) Hermann's Handbuch der Physiologie. Leipzig 1881. Bd. VI, Theil 1.

ist schwer zu verstehen, wie das ziemlich einfach zusammengesetzte Asparagin eine solche (eiweissersparende) Wirkung ausübt, da es nach Knieriem eine Vorstufe des Harnstoffs ist und als solcher ausgeschieden wird" und hält es (pag. 174) für erforderlich, „die Versuche mit Asparagin an Fleischfressern zu wiederholen, bei welchen Salkowski[1]) wenigstens nach Beibringung von Glycocoll und Sarkosin, welche ebenfalls in Harnstoff übergehen, sicherlich keine Verminderung der Eiweisszersetzung, sondern (nach der Schwefelausscheidung im Harn beurtheilt) eher eine kleine Steigerung derselben beobachtet hat." Diese Steigerung des Eiweisszerfalls nach Einführung von Glycocoll und Sarkosin lässt auch Munk,[2]) Salkowski beim Hunde und Kaninchen beobachten, während doch Salkowski selbst bei seinem Glycocollversuch am Hunde sagt „man kann .... eine Steigerung des Eiweisszerfalls ausschliessen" (loc. cit. p. 105) und bei seinem Sarkosinversuch am Kaninchen: „dass dieser Harnstoff nicht von vermehrtem Eiweisszerfall herrührt, zeigt die Schwefelausscheidung" (loc. cit. p. 125). Berücksichtigt man ausserdem noch, dass die von Knieriem erhaltene Differenz zwischen N-Einnahme und N-Ausgabe nie eine so geringe (0,867 und 0,865) war, als grade an den beiden Asparagintagen, so scheint eine Wiederholung der Fütterungsversuche an Fleisch- aber auch Pflanzenfressern um so mehr geboten. Dieselbe wurde auch in den Jahren 1881 und 1882 fast gleichzeitig von Munk (l. c.) mit Hunden und vom Verfasser[3]) hauptsächlich mit Kaninchen unternommen. Noch während deren Dauer erschien bereits Weiske's schon besprochene zweite Abhandlung, welche neue Belege für die Bedeutung des Asparagins für Pflanzenfresser brachte. Beim Hunde dagegen constatirte Munk nach Asparaginzufuhr

---

[1]) Zeitschr. f. physiol. Chemie IV (1880), p. 86.

[2]) Virchow's Archiv Bd. 94 (1883), p. 441.

[3]) Verhandl. d. physiol Gesellsch. zu Berlin 1881—1882; No. 18, pag. 72; abgedr. im Archiv f. (Anat. u.) Physiol. 1882, p 424. — Chem. Central-Blatt XIV (1883), p. 190.

## Versuch I

| Periode | pro Tag | | | | | | Abnahme des Körpergewichts |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | aufgenommen | | ausgeschieden | | | | |
| | g | | Harn | | | Koth | |
| | Fleisch | Asparagin | ccm | g | | | |
| | | | | N | S in $SO_3$ | N | |
| II | 1000 | 17 | 683 | 39,1342 | 1,8745 | 0,624 | 192 |
| I | 1000 | — | 591 | 33,7840 | 1,8123 | 0,490 | 35 |
| mehr in Periode II | | | 92 | 5,3502 | 0,0622 | 0,134 | 157 |
| N des Asparagin | | | — | 3,1740 | — | — | — |
| | | | — | 2,1762 | — | — | — |

## Versuch II

| Periode | pro Tag | | | | | | Abnahme des Körpergewichts |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | aufgenommen | | | ausgeschiedener Harn | | | |
| | g | | | | g | | |
| | Fleisch | Kohlehydrate | Asparagin | ccm | N | S [1]) | |
| II | 700 | 120 | $12^1/_2$ | 715 | 29,6487 | 1,4295 | 198,75 |
| I | 700 | 120 | — | 545 | 26,1684 | 1,3330 | 137,50 |
| mehr in Periode II | | | | 170 | 3,4803 | 0,0965 | 61,25 |
| N des Asparagin | | | | — | 2,2671 | — | — |
| | | | | — | 1,2132 | — | — |

[1]) S der Schwefelsäure + unoxydirter, sog. neutraler Schwefel.

diuretische Wirkung und „eine mässige, zwischen $3^1/_2$ und 7 pCt. sich bewegende Steigerung des Eiweisszerfalls.“

Da sich somit aus den Versuchen von Weiske und Munk ein ganz verschiedenes Verhalten des Asparagins bei den Herbi- und Carnivoren ergiebt, dürfte über die meinerseits unternommenen Versuche eine ausführlichere Mittheilung, die früher zu machen mich mannigfaltige Verhältnisse hinderten, auch jetzt noch erwünscht sein, zumal diese Versuche die eben erwähnten insofern ergänzen, als sie an jungen unausgewachsenen Thieren und mit eiweissfreier Nahrung ausgeführt sind, bei einem Theil derselben auch ausser Asparagin noch andere Amidsubstanzen verabreicht wurden.

In jedem der zunächst angeführten Versuche wurden 3 Versuchsreihen durchgeführt. Die Thiere der ersten Reihe erhielten stickstofffreie Kost, welcher bei der zweiten Reihe Asparagin, bei der dritten Reihe ein Gemisch mehrerer Amidkörper zugesetzt wurde, um zu untersuchen, ob Combinationen solcher Körper nicht eine noch grössere Wirkung zukäme, als dem blossen Asparagin. Dieses Futter wurde in grösseren, voraussichtlich für den ganzen Versuch ausreichenden Mengen dargestellt, in luftdicht schliessenden Gefässen aufbewahrt und je nach Bedarf den Versuchsthieren verabreicht. Da sich bei früheren, leider missglückten Versuchen gezeigt hatte, dass den Thieren das gepulverte oder auch mit Wasser angerührte Futter nicht zusagte, sie es vielmehr lieber und in grösserer Menge aufnahmen, wenn es vorher gefroren war, so wurde das abgewogene Futter mit einer ebenfalls abgemessenen Menge Wasser angerührt, in breite Glasrohren gefüllt, im Wasserbad gekocht und dann einer Kältemischung ausgesetzt. Dieses Verfahren hatte, da dabei das Gemisch fester und leicht zertheilbar wurde, ausserdem den Vorzug der grösseren Reinlichkeit und Genauigkeit. — Als Füllfutter erhielten die Thiere Streifen von Filtrirpapier, das durch einen aus Stärke und Zucker gekochten Brei gezogen und dann getrocknet war.

Die zur Verwendung gelangende Stärke, welche unter

dem Microscop als Reisstärke erkannt wurde, erwies sich zwar bei der Prüfung mittelst der Lasseigne'schen Methode[1]) ebenso wie der Candiszucker und das Provenceröl als N frei, wurde aber, um etwa doch vorhandene Spuren von Eiweiss zu entfernen, vor dem Gebrauch in grosse Kochflaschen gefüllt und nach Zusatz von 0,3%er Salzsäure (20cc 45%er Salzsäure auf 3 l $H_2O$) und etwas in Glycerin gelösten Pepsins 3 Tage lang im Wasserbade bei + 37° C. unter öfters wiederholtem Umschütteln erwärmt und nachher bis zum Verschwinden der Chlorreaction ausgewaschen. Dass auf diese Weise ein vollständig N freies Futter dargestellt war, zeigten zwei später ausgeführte Verbrennungen mit Natronkalk.

Als Behälter für die Versuchsthiere dienten Zinkbauer, deren aus einem engen Drahtnetz bestehender Boden derart über einer grossen Glasschüssel angebracht war, dass eine Trennung der festen und flüssigen Excremente bei völligem Ausschluss eines Harnverlustes ermöglicht wurde.

Die Versuchsanordnung ging von der Annahme aus, dass sämmtlicher im Organismus zersetzter Stickstoff im Harn und Koth erscheint und wo mehr N ausgeschieden als aufgenommen wird, die Differenz von einer Zersetzung von Körpereiweiss herrührt. Der gesammte in Harn und Koth ausgeschiedene Stickstoff wurde deshalb für jede Versuchsreihe ermittelt und der grösseren Uebersichtlichkeit halber auf die Einheit der Zeit und des Körpergewichtes berechnet. Ausgeführt wurden die erforderlichen N-Bestimmungen unter Beobachtung aller erforderlichen Vorsichtsmassregeln nach der Varrentrapp-Will'schen Methode und zwar die des angesäuert aufbewahrten Harns alle 3 Tage, die des Kothes am Schlusse jedes Versuches.

[1]) Diese Methode gab bei Anwesenheit von 1 mg N noch einen deutlich erkennbaren Niederschlag, zeigte 0,5 mg N dagegen nicht mehr an.

## Versuch I.

Sechs am 16. September 1881 geborene Kaninchen aus einem Wurf wurden am 7. October in ein gleichmässig auf + 20° C erwärmtes Zimmer gebracht und mit Milch ernährt. Am 10. October wurden je 2 Thiere in ein Bauer gesperrt und sämmtlich ausser mit Milch mit dem Nfreien Versuchsfutter gefüttert. Am 11. October wurde der Milch dasjenige Futter zugesetzt, welches die Thiere während des Versuches erhalten sollten. Dasselbe war zusammengesetzt

| aus g[1]) für Reihe | I | II | III |
|---|---|---|---|
| Stärke | 13 | 13 | 13 |
| Zucker | 2 | 2 | 2 |
| Oel (1g = 1,1cc) | 2 | 2 | 2 |
| Asche | 0,33[2]) | 0,33 | 0,33 |
| Chlornatrium | 0,09[3]) | 0,09 | 0,09 |
| Asparagin | — | 1,50 | 1,50 |
| Tyrosin | — | — | 0,10 |
| Taurin | — | — | 0,05 |
| Guanidinsulfocyanat | — | — | 0,05[4]) |

[1]) Die nachstehenden Mengen, wie ursprünglich beabsichtigt, pro Tag zu verabreichen, hatte sich bei früheren Versuchen als nicht durchführbar erwiesen.

[2]) davon 0,264 g aus Heu und 0,066 g aus Weizenkörnern.

[3]) Da Bunge (Zeitschr. f. Biologie X, 1874, pag. 322) das bereits früher behauptete Vorkommen von Kali und Natron in nahezu äquivalenten Mengen in der ganzen Wirbelthierreihe, auch für das Kaninchen bestätigt hat, wurde dieses Verhältniss von Kali und Natron auch in dem Versuchsfutter unter Zugrundelegung der E. Wolff'schen Analysen durch Zufügen von 0,09 g Na Cl zu den 0,33 g Asche hergestellt.

[4]) Es wurden verabreicht

Tyrosin, weil durch dessen Beigabe der zur Eiweissbildung nothwendige aromatische Atomcomplex zugeführt wurde und Hermann und Escher dessen Bedeutung für den Aufbau des Eiweisses im Thierkörper wahrscheinlich gemacht hatten;

Taurin und Guanidinsulfocyanat als S-Lieferanten, und zwar um den Schwefel in den beiden verschiedenen Formen, in denen er im Eiweiss vorkommt, zu geben und zugleich eine Cyanverbindung

Am 12. October wurde nur noch das Versuchsfutter (ohne Milch) verabreicht. Das eine der zur Aufnahme des N freien Futters bestimmten Thiere (Reihe I), welches an diesem Tage erkrankte, wurde in ein besonderes Bauer gesperrt, wo es am 15. October an Diarrhoe verendete. — Am 13. October, Mittags 12 Uhr wurden sämmtliche Bauer gereinigt und von dieser Zeit ab mit dem Zuwiegen der Nahrung und dem Aufsammeln des Harns und Kothes begonnen.

Das Gewicht der Thiere betrug in g

| Datum. | 1. Reihe | 2. Reihe | | 3. Reihe | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Thier I | Thier II | Thier I | Thier II |
| 10. October | 166,65 | 183,99 | 197,12 | 205,99 | 249,00 |
| 11. „ | 169,32 | 188,12 | 208,84 | 204,63 | 258,87 |
| 12. „ | 175,91 | 196,43 | 212,92 | 207,85 | 259,24 |
| 13. „ | 193,19 | 201,97 | 216,36 | 210,15 | 256,42 |
| 14. „ | 183,85 | 199,50 | 216,09 | 212,74 | 247,82 |
| 15. „ | 180,72 | 206,75 | 205,69 | 211,07 | 250,13 |
| 16. „ | 174,93 | 209,12 | 210,23 | | 254,30 |
| 17. „ | 173,00 | 209,59 | 212,54 | | 256,06 |
| 18. „ | 176,34 | 203,94 | 214,65 | | |
| 19. „ | 168,59 | 202,24 | 221,61 | | |
| 20. „ | 170,25 | 196,83 | 222,80 | | |
| 21. „ | | | 222,16 | | |
| 22. „ | | | 218,42 | | |
| 23. „ | | | 215,64 | | |
| 24. „ | | | 214,31 | | |
| 25. „ | | | 211,51 | | |

den Thieren darzubieten, letzteres, weil die neueren Vorstellungen (Pflüger, dessen Archiv X, 1875, p. 324) von der Constitution des lebendigen Eiweisses das Vorkommen von cyanartig gebundenen N-Atomen in demselben vermuthen lassen.

Um über die Wirkung des Guanidinsulfocyanats Aufklärung zu erhalten, wurde 1 g desselben in Wasser gelöst u. einem in ungefähr gleichem Alter mit den Versuchsthieren befindlichen Kaninchen beigebracht, ein nachtheiliger Einfluss aber nicht bemerkt.

Um die einzeln Versuchsreihen trotz ihrer verschieden langer Dauer und des sehr wechselnden Gewichtes der Thiere mit einander vergleichen zu können, wurden alle Stoffwechselsvorgänge auf die Einheit des Tagesgrammes bezogen d. h. auf eine Grösse, welche man durch Multiplication des Thiergewichts mit der in Betracht kommenden Zeit (1 Tag = 24 Stunden) gewinnt. So berechnen sich bei Berücksichtigung der Todeszeit der Thiere (cf. Anlage I) und der Annahme, dass die in der Nacht verendeten Kaninchen um Mitternacht gestorben sind

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| für die 1. Reihe | | | | | 1335,75 Tgsgr. |
| „ „ 2. „ | Thier I | 1531,53 Tgsgr. | | | |
| | „ II | 2553,62 „ | in Sa. | 4085,15 | „ |
| „ „ 3. „ | „ I | 510,84 „ | | | |
| | „ II | 1136,70 „ | in Sa. | 1647,54 | „ |

Ueber die Futteraufnahme und den Stickstoffgehalt des Futters, Harnes und Kothes geben umstehende Tabellen Aufschluss. Eine Zusammenstellung der gewonnenen Resultalte dagegen findet sich zur Erleichterung eines Vergleiches erst am Schlusse des zweiten Versuches.

| Reihe I | Gesammtmenge der vorhandenen Substanz | | Menge der untersuchten Substanz | | vorgelegte Schwefelsäure [1]) | gebrauchte Natronlauge | mg Stickstoff | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | cc | g | cc | g | cc | cc | in der untersuchten Menge | in der vorhandenen Substanz | im Mittel |
| α) Harn v. 10.—13. October (Vorperiode) | 200[2]) | — | 10 | — | 12 | 13,55 | 34,08618 | 681,7236 | 681,2659 |
| " v. 13.—16. " | 200 | — | 10 | — | 10 | 10,8 | 34,04041 | 680,8082 | |
| v. 16.—19. " | 200 | — | 10 | — | 10 | 13,4 | 4,24065 | 84,8130 | |
| v. 19. u 20. " | 250 | — | 10 | — | 10 | 13,4 | 4,24065 | 84,8130 | |
| | | | 10 | — | 10 | 13,45 | 3,66776 | 91,6940 | |
| Sa. Harn v. 13.—20. October | 650 | — | — | — | — | — | — | 261,2200 | |
| β) Faeces | 0 | | | | | | | | |
| γ) Futter vorgelegt 5,95 g Oel + | 45,84 | | 1,132 | | 10 | 13,77 | — | — | |
| übrig behalten | 0,59 | | 1,410 | | | | | | |
| verzehrt incl. Oel | 51,20 | | | | | | | | |

[1]) stets incl. Spülwasser.

[2]) Zu allen Bestimmungen wurde dieselbe titrirte Schwefelsäure u. eine mit ihr correspondirende Natronlauge benutzt. 10 cc der Schwefelsäure = 13,77 cc Natronlauge = 0,450916 g $SO_3$ = 0,157821 g N (als $NH_3$).

| Reihe II | Gesammtmenge der vorhandenen Substanz | | Menge der untersuchten Substanz | | vorgelegte Schwefelsäure | gebrauchte Natronlauge | mg Stickstoff | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | in der untersuchten Menge | in der vorhandenen Substanz | im Mittel |
| | cc | g | cc | g | cc | | | | |
| α) Harn v. 10.—13. October (Vorperiode) | 250 | — | 10 | — | | | | | |
| | | | 10 | — | 10 | 12,35 | 16,27450 | 406,8625 | |
| „ „ v. 13.—16. „ | 200 | — | 10 | — | 10 | 11,2 | 29,45571 | 589,1142 | |
| | | | 10 | — | 12 | 13,95 | 29,50148 | 590,0296 | 589,5719 |
| v. 16.—19. „ | 200 | — | 10 | — | | | | | |
| | | | 10 | — | 10 | 11,2 | 29,45571 | 589,1142 | 589,1142 |
| v. 19.—22. „ | 200 | — | 10 | — | | | | | |
| | | | 10 | — | 10 | 11,4 | 27,16257 | 543 2514 | 543 2514 |
| v. 22.—25. „ | 250 | — | 10 | — | | | | | |
| | | | 10 | — | 10 | 11,6 | 24,87101 | 621,7753 | 621,7753 |
| Sa. Harn v. 13.—25. October | 850 | — | — | — | — | — | — | — | 2343,7128 |
| β) Faeces v. 13. - 25. October | — | 1,4663 | — | 0,4945 | 10 | 12,6 | 13,41005 | 39,7637 | |
| | | | — | 0,6212 | 10 | 12,3 | 16,84739 | 39,7671 | 39,7654 |
| γ) Futter vorgelegt 13,8 g Oel + | — | 116,52 | — | 1,227 | 10 | 12 | 20,28631 | 1926,4553 | 1926,4553[1] |
| übrig behalten | — | 7,44 | — | 0,93 | 10 | 12,5 | 14,55583 | 116,44664 | 116,4554 |
| | | | — | 1.662 | 10 | 11,5 | 26,01679 | 116.46416 | |
| verzehrt incl. Oel | — | 122,88 | — | — | — | — | — | — | 1809,9999 |

[1]) Der berechnete Stickstoffgehalt beträgt 1928,23 mg.

| Reihe III | Gesammtmenge der vorhandenen Substanz | | Menge der untersuchten Substanz | | vorgelegte Schwefelsäure | gebrauchte Natronlauge | mg Stickstoff | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | in der untersuchten Menge | in der vorhandenen Substanz | im Mittel |
| | cc | g | cc | g | cc | | | | |
| α) Harn v. 10.—13. October (Vorperiode) | 250 | — | 10 | — | 12 | 12.2 | 49,55895 | 1238,9738 | 1238,3917 |
| „ „ | | | 10 | — | 10 | 9,45 | 49,51318 | 1237,8095 | |
| v. 13.—16. „ | 200 | — | 10 | — | 10 | 10,05 | 42,63534 | 852,7068 | |
| | | | 10 | — | | | | | |
| v. 16. u. 17. „ | 200 | — | 10 | — | 10 | 11,3 | 28,30993 | 566,1986 | |
| | | | 10 | — | | | | | |
| Sa. Harn v. 13.—17. October | 400 | — | — | — | — | — | — | 1418,9054 | |
| β) Faeces v. 13.—17. October | — | 0,835 | — | 0,2495 | 10 | 13,1 | 7,67957 | 25,7011 | |
| | | | — | 0,175 | 10 | 13,3 | 5,38643 | 25,6999 | 25,7005 |
| γ) Futter vorgelegt 5,75 g Oel + | — | 49,240 | — | 1,2085 | 14 | 17,5 | 20,37785 | 830,29550 | 830,29550 |
| übrig behalten | — | 15,775 | — | 1,4618 | 10 | 11,75 | 23,15234 | 249,84848 | 249,77986 |
| | | | — | 1,4264 | 10 | 11,8 | 22,57787 | 249,71124 | |
| verzehrt incl. Oel | — | 39,215 | — | — | — | — | — | — | 580,51564 |

## Versuch II.

Bei diesem ganz analog dem vorigen ausgeführten Versuch bestand das Versuchsfutter

| aus g | für Reihe I | II | III |
|---|---|---|---|
| Stärke | 13 | 13 | 13 |
| Zucker | 3 | 3 | 3 |
| Oel | 2,27[1]) | 2,27 | 2,27 |
| Asche | 0,33 | 0,33 | 0,33 |
| Chlornatrium | 0,09 | 0,09 | 0,09 |
| Asparagin | — | 2,00 | 1,50 |
| Amidgemisch[2]) | — | — | 0,90 |

Die Erwägung, dass die geringe Futteraufnahme im vorigen Versuch vielleicht durch die Geschmacklosigkeit desselben bedingt war,[3]) veranlasste mich, diesmal dem Futter solche Substanzen — natürlich in unwägbar kleiner Menge — zuzusetzen, von denen sich annehmen liess, dass sie das Futter den Geschmacksnerven der Kaninchen zusagender machen würden: es waren dies anfangs Heudestillat (cr. 1—1,5cc auf je 50—55g Futter), später verschiedene ätherische Oele.

---

[1]) 2,27g = 2,5cc Oel.

[2]) In 1,5g Asparagin + 0,9g Leucin wäre gleich viel N gewesen wie in 2g Asparagin. Da reines Leucin in ausreichender Menge jedoch zur Zeit nicht zu erhalten war, gelangte ein von Kahlbaum in Berlin erworbenes Präparat, welches bei der gewerbsmässigen Darstellung der Peptone mittels Pankreasverdauung von Fleisch gewonnen war, zur Verwendung. Dasselbe zeigte zwar sämmtliche Leucinreactionen und erwies sich eiweissfrei, leider aber auch sehr stark ammoniakhaltig. Ein Versuch mit dem letzten Rest des Gemisches, den Ammoniakgehalt durch Uebergiessen mit Kalkwasser zu ermitteln, misslang; eine vorher unter Zusatz von Zucker (cf. Ritthausen u. Kreusler, Zeitschr. f. anal. Chemie X, p. 350) ausgeführte Verbrennung hatte in 0,508g 138,93772mg N ergeben.

[3]) cf. Dönhoff, Ueber die Ursache, warum Kaninchen sterben, wenn sie nur eine Art von Nahrungsmittel erhalten. Archiv f. (Anat. u.) Physiol. 1880, p. 432.

Von den 7 Wochen alten Kaninchen (ein Wurf) wurden am 7. Dezember je zwei in ein Bauer gesperrt und 2 Thiere mit dem Futter der 1. Reihe, 4 Thiere mit dem Futter der 2. Reihe gefüttert, mit dem eigentlichen Versuch aber — um möglichst zuverlässige Resultate über den Nähreffect des Versuchsfutters zu erhalten — erst am 10. December begonnen. Das Futter der 3. Reihe konnte wegen Mangels an Leucin resp. dem Amidgemisch erst vom 12. Dezember Abends 6 Uhr ab an die eigentlich von vornherein zu dessen Aufnahme bestimmten Thiere (Thier III u. IV der 2. Reihe) verabreicht werden.

Das Gewicht der Thiere betrug in g

| Datum. | 1. Reihe | | 2. Reihe | | | | 3. Reihe | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Thier | | Thier | | | | Thier | |
| | I | II | I | II | III | IV | I | II |
| 10. Decbr. | 663,16 | 531,71 | 505,32 | 568,24 | 640,26 | 646,34 | — | — |
| 11. „ | 660,74 | 511,83 | 501,03 | 558,96 | 628,31 | 627,01 | — | — |
| 12. „ | 656,25 | 473,45 | 495,36 | 549,87 | 615,14 | 605,50[1] | 615,14 | 605,50 |
| 13. „ | 618,63 | | 484,51 | 553,42 | | | 596,55 | 581,58 |
| 14. „ | 620,17 | | | 513,73 | | | 596,68 | 557,74 |
| 15. „ | 640,05 | | | | | | 568,63 | 572,53 |
| 16. „ | 611,92 | | | | | | 563,89 | 544,36 |
| 17. „ | 586,17 | | | | | | 560,04 | 521,69 |
| 18. „ | 573,00 | | | | | | 546,41 | 538,14 |
| 19. „ | 560,02 | | | | | | 533,22 | 523,92 |
| 20. „ | 560,01 | | | | | | 531,47 | 509,88 |
| 21. „ | 559,64 | | | | | | 515,31 | 502,99 |
| 22. „ | 535,02 | | | | | | 511,97 | 462,46 |
| 23. „ | 506,84 | | | | | | 485,48 | 410,12 |
| 24. „ | 500,18 | | | | | | 492,47 | 403,01 |
| 25. „ | 492,86 | | | | | | 447,98 | |
| Tagesgramme[2] | 8848,14 | 778,03 | 1562,27 | 2121,72 | 1420,03 | 1421,74 | 6895,07 | 5862,10 |
| Gewicht der Eingeweide | 109,175 | | | | | | 118,685[3] | 74,723 |

[1]) von Abends 6 Uhr ab als Thiere der 3. Reihe benutzt.

[2]) Auf dieselbe Weise wie bei Versuch I berechnet. —

Thier I der 1. Reihe: geschlachtet am 25. December, Mittags 12 Uhr.
„ II „ 1. Reihe: verendet in der Nacht vom 11./12. December.
„ I „ 2. Reihe: „ am 13. December, Nachmittags 3 Uhr.
„ II „ 2. Reihe: „ „ 14. „ Vormittags 8 „
„ I „ 3. Reihe: „ „ 25. „ „ 10 „
„ II „ 3. Reihe: „ „ 23. „ Nachmittags 6 „

Der frühe Tod der Asparaginthiere dürfte — nach früheren missglückten Versuchen zu urtheilen — darauf zurückzuführen sein, dass auch für diese 7 Wochen alte Thiere 2g Asparagin in je 20,69g Futter zu viel war.

[3]) mit sehr vollem Magen.

Ueber Menge und Stickstoffgehalt des aufgenommenen Futters und der ausgeschiedenen Excremente geben die nachstehenden Tabellen Aufschluss.

| Reihe I | Gesammtmenge der vorhandenen Substanz | | Menge der untersuchten Substanz | | vorgelegte Schwefelsäure | gebrauchte Natronlauge | mg Stickstoff | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | cc | g | cc | g | cc | cc | in der untersuchten Menge | in der vorhandenen Substanz | im Mittel |
| α) Harn v. 10.—12. December | 200 | — | 10 | — | 12 | 12,5 | 46,12003 | 922,4006 | 921,9429 |
| | | | 10 | — | 10 | 9,75 | 46,07426 | 921,4852 | |
| v. 12.—15. „ | 200 | — | 10 | — | 10 | 11,4 | 27,16257 | 543,2514 | 543,2514 |
| | | | 10 | — | | | | | |
| v. 15.—19. „ | 200 | — | 10 | — | 10 | 9,52 | 48,70987 | 974,1974 | 975,4284 |
| | | | 10 | — | 11 | 10,9 | 48,83297 | 976,6594 | |
| v. 19.—22. „ | 200 | — | 10 | — | 10 | 11,2 | 29,45571 | 589,1142 | 589,1142 |
| | | | 10 | — | | | | | |
| v. 22.—25. „ | 200 | — | 10 | — | 10 | 8,48 | 60,63009 | 1212,6018 | 1212,6018 |
| | | | 10 | — | | | | | |
| aus der Harnblase gedr.[1]) | 50 | — | 10 | — | 10 | 10,95 | 32,32016 | 161,6008 | 161,6008 |
| Sa. Harn v. 10.—25. Decbr. | 1050 | — | — | — | — | — | — | — | 4403,9395 |
| β) Faeces v. 10.—25. Decbr. | — | 13,455 | — | 0,5945 | 10 | 12,5 | 14,55583 | 329,4342 | 329,3821 |
| | | | — | 0,6415 | 10 | 12,4 | 15,70161 | 329,3300 | |
| γ) Futter vorgelegt | | 112,14 | | | | | | | |
| „ übrig behalten | | 19,53 | | | | | | | |
| verzehrt incl. Oel | | 92,61 | | | | | | | |

[1]) Bei den beiden anderen Reihen dieses und sämmtlichen Reihen des vorigen Versuchs ist der den verendeten Thieren aus der Harnblase ausgepresste Urin dem kurz vor dem Tode ausgeschiedenen beigemischt.

| Reihe II | Gesammtmenge der vorhandenen Substanz | | Menge der untersuchten Substanz | | vorgelegte Schwefelsäure | gebrauchte Natronlauge | mg Stickstoff | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | in der untersuchten Menge | in der vorhandenen Substanz | im Mittel |
| | cc | g | cc | g | cc | | | | |
| α) Harn vom 10.—14. December | 600 | — | 10 | — | 10 | 8,1 | 64,98437 | 3899,0622 | |
| | | | 10 | — | | | | | |
| β) Faeces „ „ „ | — | 8,01 | — | 0,696 | 10 | 12,35 | 16,27450 | 187,2951 | |
| | | | — | 0,5254 | 10 | 12,7 | 12,26427 | 186,9753 | 187,1352 |
| γ) Futter vorgelegt 15,89 g Oel + | | 128,94 | — | 1,7095 | 10 | 10,73 | 34,84214 | 2627,9879 | 2627,9879 |
| übrig behalten | | 41,44 | — | 1,48 | 10 | 11,1 | 30,60149 | 856,8417 | |
| | | | — | 1,5354 | 10 | 11 | 31,74727 | 856,8588 | 856,8503 |
| verzehrt incl. Oel | | 103,39 | — | — | — | — | — | — | 1771,1376 |

| Reihe III | Gesammtmenge der vorhandenen Substanz | | Menge der untersuchten Substanz | | vorgelegte Schwefelsäure | gebrauchte Natronlauge | mg Stickstoff | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | in der untersuchten Menge | in der vorhandenen Substanz | im Mittel |
| | cc | g | cc | g | cc | | | | |
| α) Harn v. 12.—15. December | 200 | — | 10 | — | 12 | 8,85 | 87,95364 | 1759,0728 | |
| | | | 10 | — | 10 | 6,1 | 87,90788 | 1758,1576 | 1758,6152 |
| v. 15.—19. „ | 200 | — | 5 | — | 15 | 12,45 | 94,03922 | 3761,5688 | 3761,5688 |
| | | | 5 | — | | | | | |
| v. 19.—22. „ | 200 | — | 10 | — | 10 | 6 | 89,05366 | 1781,0732 | 1781,0732 |
| | | | 10 | — | | | | | |
| v. 22.—25. „ | 200 | — | 5 | — | 15 | 15,65 | 57,36320 | 2294,5280 | |
| | | | 10 | — | 10 | 3,75 | 114,84161 | 2296,8322 | 2295,6801 |
| Sa. Harn v. 12.—25. Decbr. | 800 | — | — | — | — | — | — | — | 9596,9373 |
| β) Faeces v. 12.—25. Decbr. | — | 20,46 | — | 0,854 | 10 | 12 | 20,28631 | 486,0174 | |
| | | | — | 0,7575 | 10 | 12,2 | 17,99475 | 486,0382 | 486,0278 |
| γ) Futter vorgel. 29,51 g Oel + | — | 244,66 | — | 1,217 | 10 | 10,8 | 34,04041 | 6843,5181 | |
| | | | — | 1,554 | 10 | 9,98 | 43,43865 | 6838,9320 | 6841,2251 |
| übrig behalten | — | 97,93 | — | 0,847 | 10 | 11,4 | 27,16257 | 3140,5363 | |
| | | | — | 0,9615 | 10 | 11,08 | 30,83033 | 3140,1083 | 3140,3223[1]) |
| verzehrt incl. Oel | | 176,24 | — | — | — | — | — | — | 3700,9028 |

[1]) Der hohe N-gehalt der Futterreste rührt daher, dass diesen das Wasser zugefügt wurde, welches sich einige Mal neben dem gefrorenen Futter in den Röhren vorfand.

Die in beiden Versuchen gewonnenen Resultate lassen sich folgendermassen übersichtlich zusammenstellen:

| | | Tages-gramme | liefern mg N in | | | bei einer Aufnahme von | | | so dass der Körper hergiebt mg N |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Harn | Faeces | Summa | Oel | Stärke und Zucker | Nh. Futter | mg N |
| | | | | | | gramm | | | |
| Versuch I | 1. Reihe | 1335,75 | 261,3200 | — | 261,3200 | 5,87 | 44,07 | — | 261,3200 |
| | 2. „ | 4085,15 | 2343,7128 | 39,7654 | 2383,4782 | 12,99 | 97,42 | 9,74 | 573,4783 |
| | 3. „ | 1647,54 | 1418,9054 | 25,7005 | 1444,6059 | 4,10 | 30,76 | 3,49 | 864,0903[1]) |
| Versuch II | 1. Reihe | 9626,17 | 4403,9395 | 329,3821 | 4733,3216 | 11,25 | 79,28 | — | 4733,3216 |
| | 2. „ | 6525,76 | 3899,0622 | 187,1352 | 4086,1974 | 11,34 | 79,95 | 9,99 | 2315,0598 |
| | 3. „ | 12757,17 | 9596,9373 | 486,0278 | 10082,9651 | 18,97 | 133,71 | 20,06 | 6382,0623 |

[1]) Dieses Resultat kann bei der wegen des vorhandenen Guadinsulfocyanats nicht ganz genauen N-Bestimmung des Futters in facto etwas weniger ungünstig gewesen sein, wird aber dadurch wesentlich nicht geändert.

oder auf 1 kg l. Gew. pro 1 Tag berechnet:

| | liefert mg N in | | | bei einer Aufnahme von | | | | so dass der Körper hergiebt | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Harn | Faeces | Summa | gramm | | | mg N | mg N | mg Eiweiss (N × 6,25) | 1 : |
| | | | | | Oel | Stärke und Zucker [2]) | Nh. Futter | | | |
| Versuch I 1. Reihe | 195,56 | — | 195,56 | 4,39 | 32,99 | — | — | 195,56 | 1222,25 | 100 |
| Versuch I 2. „ | 573,72 | 9,73 | 583,45 | 3,18 | 23,85 | 2,38 | 448,07 | 140,38 | 877,38 | 71,78 |
| Versuch I 3. „ | 861,23 | 15,60 | 876,83 | 2,49 | 18,67 | 2,11 | 352,35 | 524,48 | 3278,00 | 268,19 |
| Versuch II 1. Reihe | 457,50 | 34,22 | 491,72 | 1,17 | 8,23 | — | — | 491,72 | 3073,25 | 100 |
| Versuch II 2. „ | 597,49 | 28,67 | 626,16 | 1,74 | 12,25 | 1,53 | 271,41 | 354,75 | 2217,19 | 72,14 |
| Versuch II 3. „ | 752,28 | 38,10 | 790,38 | 1,49 | 10,48 | 1,57 | 290,11 | 500,27 | 3126,69 | 101,74 |

[1]) Vergl. die Anmerkung auf voriger Seite.

[2]) 1 Kilogramm Kaninchen nimmt in einer Stunde durchschnittlich auf: nach Regnault et Reiset (Annal. de chim. et phys. ser. 3. XXVI,

Die Ergebnisse der 3. Reihen, welche eine Steigerung des Eiweisszerfalls

bei Versuch I um (268,19 — 100 =) 168,19%
bei Versuch II um (101,74 — 100 =) 1,74%

gegenüber dem Eiweisszerfall der nur mit Nfreiem Futter ernährten Thiere zeigen, stehen in Uebereinstimmung mit der bis vor Kurzem allgemein geltenden Ansicht, dass die meisten Amidkörper den Eiweissumsatz vermehren. Dass aber das Asparagin eine Ausnahme von dieser Regel macht, dass ihm wenigstens im Organismus der Herbivoren eine eiweissersparende Wirkung zugeschrieben werden muss, erweissen übereinstimmend mit den Weiske'schen Beobachtungen aufs Neue die Resultate der 2. Reihen. Hier war der Eiweisszerfall

in Versuch I um 100 — 71,78 = 28,22%,
„ „ II „ 100 — 72,74 = 27,26%

geringer als bei den Kontrollthieren. Die genaue Uebereinstimmung des Resultats beider Versuchsreihen, so bestechend sie auch auf den ersten Blick erscheint, ist freilich nur eine zufällige. Zwei Einwände nämlich lassen sich erheben:

1) dass die Kontrollthiere in Versuch I keine Faeces ausgeschieden haben, während deren Bildung doch sicherlich vor sich gegangen ist;
2) dass nur diejenige Stickstoffausscheidung einander gegenübergestellt werden kann, welche innerhalb derjenigen Zeit erfolgt ist, während welcher Kontrollthiere und Asparaginthiere gleichzeitig am Leben waren.

---

p. 299) 642 cc O., Finkler und Oertmann (Pflüger's Archiv XIV, 1877, p. 62) 673 cc O., Pflüger (ibid. XVIII, 1878, p. 355) 677 cc O., Zuntz u. v. Mering (ibid. XXXII, 1883, p. 173) — aus 21 Versuchen ber. — 614 cc O., Lilienfeld (ibid. XXXII, p. 293) 686 cc O., so dass man als Generalmittel der durchschnittlichen Sauerstoffaufnahme pro 1 Kilo Kaninchen und 1 Stunde 658 cc, also pro 1 Kilo und 1 Tag 15792 cc O ansehen kann. Diese 15792 cc = 22,5794 g O, brauchen nach der Berechnung zur Bildung von (31,0467 g) $CO_2$ 8,467 g C, so dass zur Bestreitung des Respirationsbedürfnisses für 1000 g pro 1 Tag 19,051 g Stärke (mit 8,467 g C) erforderlich sein würden.

Der erste Einwand möge unberücksichtigt bleiben, da bei der Annahme einer Faecesbildung dem betr. Kontrollthiere eine noch grössere Stickstoffabgabe angerechnet werden müsste, sich mithin das Ergebniss für die Asparaginthiere nur noch günstiger gestalten würde. Der zweite Einwand würde besonders gegen Versuch II zu machen sein. Bricht man hier aber auch den Versuch mit der ersten Reihe am 15. December ab, so würden bis dahin immerhin noch ausgeschieden haben 3965 Tagesgramme

1465,2mg N im Harn,
135,7mg N im Koth,

mithin in Sa. 1600,9mg N oder 1000g leb. Gew. pro 1 Tag: 403,76mg N, während 1000g der Asparaginthiere in derselben Zeit nur 354,75mg (= 87,85%) N vom Körper hergegeben haben. Da Kohlehydrate und Fette ebenfalls eine gewisse Eiweissersparniss bedingen, ist es noch von Belang, dass in Versuch I die Asparaginthiere weniger Futter pro Tag aufgenommen haben, als die zur Kontrolle mit Nfreier Nahrung gefütterten Kaninchen, erscheint doch hierdurch die durch das Asparagin bewirkte Eiweissersparniss um so gesicherter. Dass in Versuch II die Asparaginthiere allerdings etwas mehr Futter als die Kontrollthiere verzehrt haben, kann nicht weiter in Betracht kommen, da der Unterschied nur 4g beträgt, Versuch I aber zeigt, dass sogar ein Unterschied von 10g im entgegengesetzten Sinne die Wirkung des Asparagins nicht zu verdecken vermag.

Nachdem somit der Beweis erbracht war, dass das Asparagin auch neben sonst stickstofffreier Nahrung Pflanzenfressern verabreicht eine eiweissersparende Wirkung äussert, sollte weiter erforscht werden, ob dasselbe nicht sogar das Eiweiss der Nahrung zu ersetzen vermöge. Es würde dies der Fall sein, wenn es gelänge, ein Thier, dem der Stickstoff nur in Form von Asparagin verabreicht wird, am Leben zu erhalten, vor Allem aber, wenn sich junge Thiere mit Asparagin als einzigem N-Lieferanten grossziehen liessen. Von

dieser Erwägung wurde bei den folgenden Versuchen ausgegangen.

Eine ausgewachsene (weibliche) Ratte[1]) erhielt neben Wasser ad libitum vom 25. Januar 1882 an eine Futtermischung von

13,00g Stärke,
3,00g Zucker,
2,72g (= 3cc) Oel,
0,33g Asche aus Heu u. Weizenkörnern,
0,09g Clornatrium,
2,00g Asparagin.

und wurde ihr dieselbe dadurch schmackhafter zu machen gesucht, dass das Gemisch abwechselnd mit Wasser angerührt oder gefroren, vom 15. Februar bis 18. März auch täglich mit etwas Speckextract[2]) betröpfelt wurde. Zeitweise wurden auch 0,05g Schwefel und einmal anstatt der 3,0cc Oel 5g Nfreien Fettes zugesetzt.

Das Gewicht der Ratte betrug am

| | | |
|---|---|---|
| 25. | Januar: | 230,10g, |
| 30. | „ | 225,12g, |
| 2. | Februar: | 218,58g, |
| 6. | „ | 208,32g, |
| 15. | „ | 192,06g, |
| 21. | „ | 190,80g, |
| 2. | März | 175,92g, |
| 11. | „ | 155,52g, |
| 23. | „ | 153,76g, |
| 26. | „ | 133,50g. |

Von Beginn des Versuches bis zu ihrem Tode hatte die Ratte gefressen:

---

[1]) Eine Ratte wurde als Versuchsthier benutzt, weil deren Gefrässigkeit eine möglichst grosse Futteraufnahme erwarten liess.

[2]) Zur Herstellung des Speckextractes wurde Speck geschmort, nach Zusatz von Alkohol zerrieben, die alkoholische Lösung filtrirt und der Alkohol aus dem Filtrat durch schwaches Eindampfen entfernt.

474,50g Stärke,
109,50g Zucker,
96,56g Oel,
15,33g Asche und Na Cl,
73,00g Asparagin,
0,70g Schwefel,
5,00g Fett,

in Sa. also 774,59g Futter

und vertheilt sich diese Futtermenge folgendermassen:

| Datum | durchschnittlich pro Tag in gramm | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Futteraufnahme | | | | | | | | Abnahme des Körpergewichts |
| | Stärke | Zucker | Oel | Asche und Na Cl | Asparagin | Schwefel | Fett | Summa | |
| v. 25./1.—29./1. | 18,20 | 4,20 | 3,808 | 0,588 | 2,80 | — | — | 29,596 | 0,996 |
| v. 30./1.—5./2. | 13,00 | 3,00 | 2,72 | 0,42 | 2,00 | — | — | 21,140 | 2,400 |
| v. 6./2.—20./2. | 6,529 | 1,507 | 1,367 | 0,211 | 1,005 | 0,022 | — | 10,641 | 1,168 |
| v. 21./2.—1./3. | 7,690 | 1,776 | 1,609 | 0,248 | 1,182 | 0,030 | — | 12,535 | 1,653 |
| v. 2./3.—10./3. | 5,022 | 1,158 | 1,051 | 0,162 | 0,774 | 0,011 | — | 8,178 | 2,267 |
| v. 11./3.—22./3. | 5,596 | 1,291 | 1,170 | 0,181 | 0,860 | — | — | 9,098 | 0,147 |
| v. 23./3.—25./3. | 4,34 | 1,00 | — | 0,14 | 0,67 | — | 1,66 | 7,81 | 6,753 |

Am 26. März Vormittags 10 Uhr verendete die Ratte, nachdem sie in der letzten Nacht noch sämmtliches ihr vorgesetzte Futter verzehrt hatte. — Die Section ergab:

Herz, Lunge, Milz und Nieren: normal.

Gallenblase und Dünndarm: lerr.

Dickdarm: mit gelblichem Brei ohne Stärkereaction stark gefüllt, sehr viele kleine und einzelne grosse Gasblasen enthaltend.

Mastdarm: stark gefüllt mit abgegrenzten Kothballen, die ebenfalls keine Stärkereaction ergaben, während solche

in dem zu Lebzeiten der Ratte ausgeschiedenen Koth wiederholt beobachtet wurde.

Magen: mit sehr viel Haaren (von dem eigenen Schwanz der Ratte herrührend) gefüllt.

Harnblase: angefüllt mit stark alkalischem Harn.

Nach diesem Versuch vermag also das Asparagin selbst bei ausgewachsenen Thieren das Eiweiss der Nahrung nicht vollständig zu ersetzen; dass es aber bei der Fütterung erwachsener Thiere meist gleichgültig ist, „ob in dem Futter derselben aller Stickstoff als Eiweiss, oder ob ein Theil des Gesammtstickstoffs in Form von Asparagin vorhanden ist" hat Weiske bewiesen und Schrodt bestätigt.[1])

Für den zweiten Versuch, welcher über die Wirkung des Asparagins als Ersatz für Eiweiss bei heranwachsenden Thieren Aufschluss geben sollte, wurden am 20. Februar 1882 je 3 ganz junge Mäuse in 2 Baumann'sche Kaninchenställe gesetzt, in denen sich etwas Watte, die alle 2—3 Tage erneuert wurde, zum Unterkriechen befand. Vom 20.—23. Febr. erhielten diese Thiere dasselbe Futter wie die Ratte im vorigen Versuch, jedoch stets in gefrorenem Zustande. Vom 23. Februar ab kam unter Zusatz von etwas Speckextract folgende Futtermischung (in g) zur Verwendung:

| für die | 1. Reihe | 2. Reihe |
|---|---|---|
| Stärke | 13,00 | 13,00 |
| Zucker | 3,00 | 3,00 |
| Oel | 2,72 | 2,72 |
| Asche | 0,33 | 0,33 |
| Chlornatrium | 0,09 | 0,09 |
| Asparagin | — | 2,00 |
| Schwefel | — | 0,05 |

und sollte sich zeigen, ob die mit Asparagin gefütterten Thiere heranwachsen würden, was bei den Nfrei ernährten Thieren ja eo ipso ausgeschlossen war. Die Nahrungsaufnahme war

[1]) cf. pag. 20—22 dieser Abhandlung.

jedoch eine so geringe,[1]) dass eine Wirkung des Asparagins, selbst wenn ihm eine solche zukäme, unmöglich erfolgen konnte und in der That nahmen beide Reihen auch fast gleichmässig an Gewicht[2]) ab und starben sämmtliche Thiere in der Nacht vom 4./5. März.

Trotzdem nun dieser Versuch wegen der geringen Stickstoffaufnahme Seitens der Asparaginreihe eigentlich resultatlos geblieben war, konnte die beabsichtigte Wiederholung desselben dennoch unterbleiben, da durch den Tod der Ratte auch gleichzeitig die Möglichkeit, junge Thiere mit Asparagin als einzigem Nhaltigen Nahrungsstoff aufzuziehen, ausgeschlossen wurde.

Dass ebensowenig wie dem Asparagin auch den im Fleischextract enthaltenen Amiden die Fähigkeit, das Eiweiss der Nahrung ersetzen zu können, zuzusprechen ist, zeigte der folgende Versuch.

Drei 6 Wochen alte Hunde (Reihe II) erhielten eine stickstofffreie Futtermischung unter Zusatz von Fleischextract, drei andere Hunde desselben Wurfes (Reihe I) die gleiche Mischung, aber anstatt Fleischextract nur dessen Aschenbestandtheile. Die Verabreichung dieser letzteren auch an die 1. Reihe war desshalb geboten, weil Kemmerich[3]) die von ihm beobachtete Steigerung des Eiweisszerfalles bei Fleischextractnahrung auf Grund früher von ihm angestellter Versuche den Kalisalzen des Extractes zuschreibt, diese mithin von beiden Versuchsreihen aufgenommen werden mussten, wenn nur die Wirkung der Amidkörper des Fleischextractes ermittelt werden sollte. Die Futtermischung war zusammengesetzt:

[1]) Es verzehrten Reihe I: 3,70 g Futter, Reihe II: 4,12 g Futter mit 0,44 g Asparagin oder 82,1333 mg N.

[2]) Es wog

| | Reihe I | Reihe II |
|---|---|---|
| am 20. Februar | 17,31 | 17,09 |
| „ 23. „ | 14,86 | 14,44 |
| „ 1. März | 12,655 | 12,43 |
| „ 5. „ | 11,815 | 11,05 |

[3]) Pflüger's Archiv II (1869), p. 88, wo Kemmerich zeigt, dass bei reiner Fleischextractnahrung das Körpergewicht eines Hundes rascher abnimmt, ja sogar dessen Tod früher eintritt, als beim hungernden Thiere.

| aus g | für Reihe I | Reihe II |
|---|---|---|
| Fleischextractasche[1]) | 2,70 | — |
| Fleischextract mit 9,3917% N[2]) | — | 10 |
| durch Filtration gereinigtes Fett | 40 | 40 |
| Stärke | 30 | 30 |
| Zucker | 5 | 5 |
| $Ca_3 P_2 O_8$ | 1 | 1 |
| $P_2 O_7 Mg_2$ | 0,50 | 0,50 |
| $Fe_2 O_3$ | 0,05 | 0,05 |

Die Futteraufnahme, welche bei beiden Reihen eine möglichst hohe und gleichmässige sein sollte, gestaltete sich folgendermassen:

---

[1]) Nach den von J. König (Chem. Zusammensetzung der menschl. Nahrungs- und Genussmittel. Berlin 1879, p. 21) angegebenen Analysen berechnen sich für 100 g Fleischextract im Durchschnitt etwa:

8,28 g $K_2 O$
2,94 g $Na_2 O$
0,10 g Ca O
0,40 g Mg O
0,52 g $Fe_2 O_3$
5,78 g $P_2 O_5$
0,80 g $SO_3$
1,84 g Cl

20,66 g Asche,

welche sich zuführen liessen in

0,186 $(PO_4)_2 Ca_3$
2,460 $Mg SO_4 + 7$ aq
12,443 $K_3 PO_4$
7,754 $Na_2 HPO_4 + 12$ aq
2,925 Na Cl
0,695 $Fe_2 O_3 + 3$ aq

26,463
— 6,110 für aq

20,353.

[2]) Zwei ausgeführte Verbrennungen ergaben übereinstimmend in 10 cc Fleischextractlösung mit 214,6 mg Fleischextract (bei 10,5 cc vorgel. Schwefelsäure und 12,8 cc gebr. Natronlauge) einen Stickstoffgehalt von 20,15453 mg.

| Datum. | Reihe I | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Fleischextractasche | Fett | Stärke | Zucker | Asche | Summa gramm |
| 26. Februar | 4,55 | 67,44 | 50,58 | 8,43 | 2,61 | 133,61 |
| 27. „ | 3,06 | 45.43 | 34,07 | 5,68 | 1,76 | 90,00 |
| 28. „ | 3,06 | 45,43 | 34,07 | 5,68 | 1,76 | 90,00 |
| 1. März | 2,77 | 41,08 | 30,81 | 5,14 | 1.59 | 81,39 |
| 2. „ | 3,41 | 50,47 | 37,85 | 6,31 | 1,96 | 100,00 |
| 3. „ | 3,41 | 50,47 | 37,85 | 6,31 | 1,96 | 100,00 |
| 4. „ | 3,41 | 50,47 | 37,85 | 6,31 | 1,96 | 100,00 |
| 5. „ | 3,41 | 50,47 | 37,85 | 6,31 | 1,96 | 100,00 |
| 6. „ | | | | | | |
| 7. „ | 3,41 | 50,47 | 37,85 | 6,31 | 1,96 | 100,00 |
| 8. „ | 3,22 | 47,63 | 35,72 | 5,95 | 1.85 | 94,37 |
| 9. „ | 2,42 | 35,855 | 35,855 | 4,48 | 1,39 | 80,00 [1] |
| 10. „ | 2,42 | 35,855 | 35,855 | 4,48 | 1,39 | 80,00 |
| 11. „ | 2,42 | 35,855 | 35,855 | 4,48 | 1,39 | 80,00 |
| 12. „ | 1,58 | 23,36 | 23,36 | 2,92 | 0,91 | 52,13 |
| 13. „ | 0,84 | 12,55 | 12,55 | 1,57 | 0,49 | 28,00 |
| 14. „ | 0,61 | 8,96 | 8,96 | 1,12 | 0,35 | 20,00 |
| 15. „ | 0,24 | 3,585 | 3,585 | 0,45 | 0,14 | 8,00 |
| in Summa | 44,24 | 655,38 | 530,52 | 81,93 | 25,43 | 1337,50 |

[1]) von hier ab wurden in der Futtermischung 40 g Stärke anstatt 30 g genommen.

| Datum. | Reihe II | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Fleischextract | Fett | Stärke | Zucker | Asche | Summa gramm |
| 26. Februar | 16,86 | 67,42 | 50,57 | 8,43 | 2,61 | 145,89 |
| 27. „ | 11,35 | 45,38 | 34,04 | 5,67 | 1,76 | 98,20 |
| 28. „ | 11,35 | 45,38 | 34,04 | 5,67 | 1,76 | 98,20 |
| 1. März | 10,31 | 41,23 | 30,92 | 5,15 | 1,60 | 89,21 |
| 2. „ | 9,68 | 38,73 | 29,05 | 4,84 | 1,50 | 83,80 |
| 3. „ | 9,68 | 38,73 | 29,05 | 4,84 | 1,50 | 83,80 |
| 4. „ | 9,68 | 38,73 | 29,05 | 4,84 | 1,50 | 83,80 |
| 5. „ | | | | | | |
| 6. „ | 9,68 | 38,73 | 29,05 | 4,84 | 1,50 | 83,80 |
| 7. „ | 9,68 | 38,73 | 29,05 | 4,84 | 1,50 | 83,80 |
| 8. „ | 8,86 | 35,45 | 26,59 | 4,43 | 1,37 | 76,70 |
| 9. „ | 8,86 | 35,45 | 25,59 | 4,43 | 1,37 | 76,70 |
| 10. „ | 8,86 | 35,45 | 26,59 | 4,43 | 1,37 | 76,70 |
| 11. „ | | | | | | |
| 12. „ | 8,97 | 35,878 | 35,878 | 4,484 | 1,39 | 86,60 [1] |
| 13. „ | | | | | | |
| 14. „ | | | | | | |
| 15. „ | 1,243 | 4,972 | 4,972 | 0,621 | 0,192 | 12,00 |
| in Summa | 135,063 | 540,26 | 415,44 | 67,515 | 20,922 | 1179,20 |

[1]) von hier ab wurden in der Futtermischung 40 g Stärke anstatt 30 g genommen.

Das absolute Gewicht der Versuchsthiere betrug in g:

| Datum | Reihe I | | | Reihe II | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Thier I | Thier II | Thier III | Thier I | Thier II | Thier III |
| 21. Februar | 1213 | 1280 | 1524 | 1013 | 1380 | 1462 |
| 26. „ | 1236 | 1304 | 1444 | 995 | 1407 | 1474 |
| 8. März | 1152 | 1166 | 1294 | 886 | 1194 | 1382 |
| 12. „ | — | — | — | 809,6 | — | — |
| 13. „ | 944 | — | — | — | — | — |
| 16. „ | — | 956 | 1091,6 | — | 1023 | 1092 |

Unter Zugrundelegung dieser Zahlen ergeben sich [1])
für Reihe I: 60189,4 Tagesgramme,
für Reihe II: 57997,4 Tagesgramme,

[1])

| Reihe I | | | | Reihe II | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Datum | Anzahl der Tage | Durchschnittsgewicht pro Tag in g | Tagesgramme | Datum | Anzahl der Tage | Durchschnittsgewicht pro Tag in g | Tagesgramme |
| v. 26./2.—7./3. | 10 | 3798,0 | 37980,0 | v. 26./2.—7./3. | 10 | 3669,0 | 36690,0 |
| v. 8./3.—12./3. | 5 | 3301,8 | 16509,0 | v. 8./3.—10./3. | 3 | 3193,3 | 9579,9 |
| v. 13./3.—14./3. | 2 | 2253,8 | 4507,6 | v. 11./3.—15./3. | 5 | 2345,5 | 11727,5 |
| am 15./3. | 1 | 1192,8 | 1192,8 | | | Sa. | 57997,4 |
| | | Sa. | 60189,4 | | | | |

so dass die Futteraufnahme pro 1000 Tagesgramme den 60,1894ten resp. 57,9974ten Theil der Gesammtfutteraufnahme betrug, also gefressen hatten

| 1000 Tages-gramme | gramm | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Fleisch-extract | | Fleisch-extractasche | Fett | Stärke | Zucker | Asche | Summa |
| | in Sa. | N | | | | | | |
| der 1. Reihe | — | — | 0,735 | 10,889 | 8,813 | 1,361 | 0,422 | 22,22 |
| der 2. Reihe | 2,329 | 0,219 | — | 9,315 | 7,163 | 1,164 | 0,361 | 20,332 |

Das Verhalten der einzelnen Hunde während der Versuchsdauer war folgendes[1]):

## Reihe I.

Alle 3 Hunde nahmen bis zu den unten angegebenen Zeiten das Nfreie Futter mit Gier und ziemlich gleichmässig auf, waren aber bereits in der zweiten Versuchswoche stark abgemagert.

Hund I frass zwar am Abend des 12. März noch mit, stand aber schon nicht mehr fest auf den Beinen und krepierte am 13. März Vormittags 9 Uhr.

Hund II lag am Morgen des 15. März nahezu regungslos da und starb am selbigen Tage des Nachmittags 6 Uhr, ohne vorher noch Futter aufgenommen zu haben.

Hund III machte am 16. März einen so schwachen Eindruck, dass von seiner weiteren Benutzung als Versuchsthier Abstand genommen wurde. Trotzdem

[1]) Ueber die Sectionsbefunde vergl. Anlage II.

er etwas Brod und Fleisch vorgelegt erhielt, starb er am folgenden Tage.

## Reihe II.

Hund I sah von vornherein weit kümmerlicher aus als sämmtliche übrigen Hunde und nahm auch weniger Nahrung auf als die beiden anderen Thiere dieser Reihe, welche bis zum 11. März gut frassen und in den beiden ersten Wochen des Versuchs äusserst munter und lebhaft waren.

Hund I, der bereits am 11. März fast nichts mehr gefressen hatte, starb stark abgemagert am 12. März Vormittags 8 Uhr.

Hund II bewegte sich am 16. März nur noch mühsam fort und verschied trotz mässiger Fütterung mit Brod und Fleisch am 19. desselben Monats.

Hund III hatte am 15. März nur noch sehr wenig gefressen und verendete am 16. März Vormittags 10 Uhr.

Das hauptsächlichste Ergebniss dieses Versuches besteht in dem fast gleichzeitig erfolgten Eingehen beider Versuchsreihen, da dasselbe den Beweis liefert, dass die im Fleischextract enthaltenen stickstoffhaltigen Substanzen — grössten Theils Amide[1]) — den Nährwerth der neben ihnen verabreichten stickstofffreien Stoffe nicht zu erhöhen vermögen. Ebensowenig wird nach Bischoff[2]) die ungünstige Ausnutzung des Brodes Seitens des Hundes durch Zusatz von Fleischextract verbessert.

Fassen wir zum Schluss sämmtliche bisher über die Bedeutung der Amidsubstanzen für die thierische Ernährung gewonnenen Resultate kurz zusammen, so ergiebt sich, dass kein derartiger Körper im Stande ist, das Eiweiss in der Nahrung beim ausgewachsenen oder gar noch im Wachsthum

[1]) cf. Karmrodt, Analyse des Fleischextractes (Zeitschr. des landwirthschaftl. Vereins für Rheinpreussen, 1866, p. 294).

[2]) Zeitschr. für Biologie V (1869), p. 455.

begriffenen Thier vollständig zu ersetzen, dass die meisten Amidkörper vielmehr eine Steigerung des Eiweisszerfalles herbeiführen.[1]) Für das in den vegetabilischen Futtermitteln verbreitetste und deshalb für die Ernährung besonders unserer Hausthiere wichtigste Amid — das Asparagin — jedoch ist eine erhebliche Bedeutung für die Ernährung der Pflanzenfresser[2]) nachgewiesen worden. Da aber auch bei diesen Thieren ein völliger Eiweissersatz durch das Asparagin nicht herbeigeführt wird, kann seine Wirkung nur nach den drei auf Seite 18 angegebenen Richtungen hin erfolgen. Was die dort sub 1) und 3) angeführten Möglichkeiten betrifft, so muss als erwiesen gelten, dass das Asparagin bei eiweissfreier Fütterung hemmend auf den Eiweissumsatz des Thierkörpers zu wirken, bei eiweissarmer und stärkemehlreicher Nahrung sogar einen Eiweissansatz zu bewerkstelligen, sowie die Verdaulichkeit der mit ihm zugeführten Proteinstoffe unter Umständen zu erhöhen vermag. Dass das Asparagin aber auch dem Respirationsprozesse dient und während es im Körper verbrannt wird, eine nicht unerhebliche Menge von Körperfett resp. dessen Aequivalent an Kohlehydraten erspart, hat Potthast[3]) ermittelt. Da diese Thatsache aus seiner etwas kurz gehaltenen Mittheilung jedoch nicht mit genügender Klarheit hervortritt, sei hier noch die einschlägige Berechnung gegeben. In der ersten Versuchsreihe (Potthast, Tabelle IV) wurden innerhalb $3^1/_4$

---

[1]) In allerneuester Zeit haben H. Weiske und B. Schulze (Zeitschr. für Biologie XX, 1884, p. 277) auch noch die diesbezügliche Wirkung der Asparaginsäure und des Succinamids zu ermitteln gesucht und gefunden, dass bei einem Gänserich „die Beigabe von Amidobernsteinsäure zum Normalfutter ganz oder doch nahezu wirkungslos blieb, während die Zugabe einer ungefähr gleichen Stickstoffmenge in der Form von Bernsteinsäureamid einen zwar nicht sehr bedeutenden, aber immerhin doch merklichen Stickstoffansatz veranlasste."

[2]) Ebenfalls vortheilhaft wirkt das Asparagin auf die Ernährung der Vögel (Weiske), während es beim Fleischfresser den Eiweisszerfall etwas steigert (Munk).

[3]) Pflüger's Archiv XXXII (1883), p. 288.

Stunden 2,2 g Asparagin injicirt, welche zu ihrer Oxydation 1,6 g = ca. 1100 cc O nöthig haben, wenn dieselbe nach der Formel

$$C_4 H_8 N_2 O_3 + 6 O = CH_4 N_2 O + 3 CO_2 + H_2 O$$

erfolgt. Der O-Verbrauch des Thieres war aber unter der Einwirkung des Asparagins nur um 260 cc gesteigert, folglich soviel Körpersubstanz erspart worden, als den 1100 — 260 = 840 cc O, welche das Asparagin mehr in Anspruch nahm, entspricht. In der 2. Versuchsreihe (Potthast, Tab. V) wurden 1,01 g Asparagin, zur Oxydation 514 cc O gebrauchend, injicirt, der O-Verbrauch des Thieres aber nur um 188 cc gesteigert, so dass das Asparagin eine (514 — 188 =) 326 cc O entsprechende Fettmenge erspart hatte. Auf 1 g Asparagin berechnet, beträgt die Menge Sauerstoff, welche das Asparagin von der Wirkung auf die Körpersubstanz abgehalten hat, im ersten Falle 382, im zweiten Falle 323 cc, zwei genügend übereinstimmende Werthe. Da zur vollständigen Oxydation von 1 g Fett bekanntlich 2,876 g = 2011 cc O und zur Verbrennung von 1 g Traubenzucker 1,066 g = 746 cc O erforderlich sind, erspart somit 1 g Asparagin bei seiner Verbrennung 0,17 g Fett resp. 0,47 g Traubenzucker.

# Anlage I.

## Sectionen der Kaninchen des 1. Versuches.[1])

### Reihe I.

Thier I krep. in der Nacht vom 20./21. October.
Das Thier ist fettarmer als das in derselben Nacht gestorbene, mit Asparaginzusatz genährte, der Bauch mehr eingefallen. Die Blase enthält etwa 1 cc alkalischen Urin. Der Darm ist sehr leer, der Dickdarm ähnlich dem des Asparaginthieres, nur weniger stark gefüllt; am Pylorustheil des Magens eine etwas entzündete Stelle. Die Lungen sind gross, stark oedematoes, die Oberfläche beider, besonders der linken Lunge zeigt fleckweise starke Röthung: die blutige Anschoppung hat, entsprechend den von aussen sichtbaren rothen Flecken, grössere Parthien der linken Lunge befallen.

### Reihe II.

Thier I krep. in der Nacht vom 20. 21. October.
In der ausgedehnten Blase 9 cc klaren neutralen Urins. Dünn- und Dickdarm stellenweise gebläht von Gasblasen und dünner gelblicher Flüssigkeit, im Blinddarm ein dickflüssiger helbgelber Brei, welcher mit Jod keine deutliche Stärkereaction giebt. Der Magen enthält wenig hellgelben Brei von stark saurer Re-

[1]) Diese Sectionen hatte Herr Professor Dr. Zuntz die Güte auszuführen.

action, die Serosa nahe dem Pylorus geröthet. Im Zwölffingerdarm — etwa 1 cm unter dem Pylorus — ein Geschwür von unregelmässiger Umrandung, nur die Schleimhaut betreffend. An dieser Stelle reagirt die Schleimhaut schon stark alkalisch. Nieren auffallend blass und blutarm. Im Mesenterium und unter der Haut des Halses ist eine mässige Menge Fett enthalten.

Thier II krep. am 25. October Morgens 8 Uhr.
Blutflocken dem Magenschleim beigemischt. Im Duodenum punktförmige haemorrhagische Infiltration der Schleimhaut, im übrigen Darm einzelne Gasblasen. Der Blinddarm mit dickbreiigem, gleichmässig gelben, nicht stark riechenden Inhalt gefüllt. Dieselbe Masse, zu festeren, weit von einander entfernt liegenden Kothballen geformt, findet sich im Mast- und Dickdarm.

## Reihe III.

Thier I krep. am 15. October, Abends 10 Uhr, nachdem es bereits den ganzen Tag auffallend unruhig gewesen. Nicht secirt.

Thier II krep. in der Nacht vom 17./18. October.
Auf der Magenschleimhaut ein etwa 1 cm im Durchmesser haltendes circumscriptes Geschwür, von dem sich ein Ausläufer in der Richtung nach dem Pförtner etwa 1 cm weit erstreckte. Im Mageninhalt verschiedene bräunliche Blutflöckchen, an einzelnen Stellen mit geringem Erguss des Blutes in die Substanz der Schleimhaut.

# Anlage II.

## Sectionen der Hunde.[1])

### Reihe I.

Thier I. Lungen: dunkelroth.
Nieren: hell gefärbt.
Herz: linke Vorkammer blutleer, rechte Vorkammer mit theils flüssigem, theils geronnenem Blut gefüllt.
Magen: stark mit bräunlicher Flüssigkeit von saurer Reaction gefüllt. Ohne Eisen.
Duodenum: reagirt alkalisch, fast leer.
Dünndarm: mit dicker weisslicher Flüssigkeit von alkalischer Reaktion; ohne Stärkegehalt.
Mastdarm: sehr stark gefüllt mit schwarzer, theerartiger Masse.
Harnblase: leer, zusammengeschrumpft.

Thier II. Lungen: beide Flügel roth mit je einem grossen dunklen Fleck.
Gallenblase: halb gefüllt.
Nieren: normal.
Magen: mit viel bräunlicher Flüssigkeit von saurer Reaction.
Dünndarm und Zwölffingerdarm: alkalisch reagirend.
Mastdarm: mit ebenfalls viel, aber weniger dunklem Brei gefüllt, der ebenso, wie die kurz vor

[2]) Ausgeführt unter Beihülfe des Herrn Dr. C. Lehmann.

dem Tode ausgeschiedenen Excremente keine Stärkereaktion zeigte.

Harnblase: mit ziemlich viel, stark sauer reagirendem Harn.

## Reihe II.

Thier I. Lungen: blass, stark luftgefüllt.

Herz: ganz mit geronnenem Blut gefüllt.

Gallenblase: stark gefüllt, Inhalt blutig.

Nieren: linke in der Marksubstanz geröthet, beide relativ dunkel gefärbt.

Magen: stark mit bräunlicher Flüssigkeit von saurer Reaction gefüllt.

Dünndarm: gefüllt mit dicker weisslicher Flüssigkeit von alkalischer Reaction, die sich unter dem Microscop als aus kleinen rundlichen kernhaltigen Zellen (welche sich mit Jod gelb färbten) und einigen Fetttröpfchen bestehend erwies. Keine Stärkereaction.

Mastdarm: mit tiefschwarzem, theerartigen Brei gefüllt.

Harnblase: leer, zusammengeschrumpft, sauer reagirend.

Thier III. Lungen: ganz gleichmässig roth.

Gallenblase: stark gefüllt.

Nieren: normal.

Magen: sehr voll von stark sauer reagirender, bräunlicher Flüssigkeit.

Dünndarm: Der alkalisch reagirende gelbliche Brei zeigte unter dem Microscop unregelmässige Formen mit mehreren Fetttröpfchen.

Mastdarm: mit braunem Brei mässig gefüllt.

Harnblase: leer, sauer reagirend.